

PATENT APPLICATION SERIAL NO. \_\_\_\_\_

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
FEE RECORD SHEET

08/06/2002 SDIRETAL 00000038 090457 10211109

01 FC:101 740.00 CH  
02 FC:103 252.00 CH

PTO-1556  
(5/87)

**PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD**

Effective October 1, 2001

Application or Docket Number

10211109

**CLAIMS AS FILED - PART I**

(Column 1) (Column 2)

TOTAL CLAIMS	<u>34</u>	
FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA
TOTAL CHARGEABLE CLAIMS	<u>34</u> minus 20 =	* <u>14</u>
INDEPENDENT CLAIMS	<u>3</u> minus 3 =	*
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT	<input type="checkbox"/>	

\* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2

SMALL ENTITY  
TYPE

OR OTHER THAN  
SMALL ENTITY

RATE	FEES
BASIC FEE	370.00
X\$ 9=	
X42=	
+140=	
TOTAL	

RATE	FEES
BASIC FEE	740.00
X\$18=	<u>252</u>
X84=	
+280=	
TOTAL	<u>997</u>

**CLAIMS AS AMENDED - PART II**

(Column 1) (Column 2) (Column 3)

AMENDMENT A	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA
	Total	Minus	**	=
Independent	*	Minus	***	=
FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM	<input type="checkbox"/>			

SMALL ENTITY OR OTHER THAN  
SMALL ENTITY

RATE	ADDI- TIONAL FEE
X\$ 9=	
X42=	
+140=	
TOTAL ADDIT. FEE	

RATE	ADDI- TIONAL FEE
X\$18=	
X84=	
+280=	
TOTAL ADDIT. FEE	

(Column 1) (Column 2) (Column 3)

AMENDMENT B	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA
	Total	Minus	**	=
Independent	*	Minus	***	=
FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM	<input type="checkbox"/>			

RATE	ADDI- TIONAL FEE
X\$ 9=	
X42=	
+140=	
TOTAL ADDIT. FEE	

RATE	ADDI- TIONAL FEE
X\$18=	
X84=	
+280=	
TOTAL ADDIT. FEE	

(Column 1) (Column 2) (Column 3)

AMENDMENT C	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA
	Total	Minus	**	=
Independent	*	Minus	***	=
FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM	<input type="checkbox"/>			

RATE	ADDI- TIONAL FEE
X\$ 9=	
X42=	
+140=	
TOTAL ADDIT. FEE	

RATE	ADDI- TIONAL FEE
X\$18=	
X84=	
+280=	
TOTAL ADDIT. FEE	

\* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

\*\* If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20."

\*\*\* If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3."

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.

MULTIPLE DEPENDENT CLAIM  
FEE CALCULATION SHEET  
(FOR USE WITH FORM PTC-875)

SERIAL NO.	FILING DATE
APPLICANT(S)	

CLAIMS

	AS FILED		AFTER 1st AMENDMENT		AFTER 2nd AMENDMENT			*	*	*	*
	IND.	DEP.	IND.	DEP.	IND.	DEP.		IND.	DEP.	IND.	DEP.
1	/						51				
2							52				
3							53				
4							54				
5							55				
6							56				
7							57				
8							58				
9							59				
10	/						60				
11							61				
12							62				
13							63				
14							64				
15							65				
16							66				
17							67				
18							68				
19							69				
20							70				
21							71				
22							72				
23							73				
24							74				
25	/						75				
26							76				
27							77				
28							78				
29							79				
30							80				
31							81				
32							82				
33							83				
34							84				
35							85				
36							86				
37							87				
38							88				
39							89				
40							90				
41							91				
42							92				
43							93				
44							94				
45							95				
46							96				
47							97				
48							98				
49							99				
50							100				
TOTAL IND.	3						TOTAL IND.				
TOTAL DEP.	31						TOTAL DEP.				
TOTAL CLAIMS	34						TOTAL CLAIMS				

JCS45 U.S. PRO  
10/21/109  
08/01/02



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: K. Surugucchi

Group Art Unit: : IBM Corporation  
Examiner: : Intellectual Property Law  
Serial No.: : Dept. N50, Bldg. 040-4  
Filed: Herewith : 1701 North Street  
Title: Method And Apparatus For Enhancing : Endicott, NY 13760  
Reliability And Scalability Of Serial Storage Devices

Assistant Commissioner For Patents

Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

It is respectfully requested that the publications identified on the enclosed PTO-1449 Form(s) be considered by the United States Patent and Trademark Office (USPTO) in the subject United States patent application and be made of record herein. A copy of each publication is enclosed.

Respectfully submitted,

Dated: 7/31/2008  
Telephone: 607-755-3225  
Fax: 607-755-3250

By: Arthur J. Samodovitz  
Arthur J. Samodovitz  
Reg. No. 31,297

**INFORMATION DISCLOSURE CITATION**  
*(Use several sheets if necessary)*

Docket Number (Optional)  
**SJO920010091US1**

Application Number

Applicant(s)  
**K. Suruguchi**

Filing Date  
**Herewith**

Group Art Unit



**U.S. PATENT DOCUMENTS**

*EXAMINER INITIAL	REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	NAME	CLASS	SUBCLASS	FILING DATE IF APPROPRIATE
	AA	5,530,960	6/96	Parks et al			
	AB	5,542,065	7/96	Burkes et al			
	AC	5,566,345	10/96	Ostrowski			
	AD	5,583,995	12/96	Gardner et al			
	AE	5,606,672	2/97	Wade			
	AF	5,611,056	3/97	Hotchkin			
	AG	5,664,155	9/97	Elko et al			
	AH	5,727,181	3/98	Beglin et al			
	AI	5,828,854	10/98	Wade			
	AJ	5,905,885	5/99	Richter et al			
	AK	5,933,427	8/99	Liang			

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	COUNTRY	CLASS	SUBCLASS	Translation	
						YES	NO
AL							
AM							
AN							
AO							
AP							

**OTHER DOCUMENTS** *(Including Author, Title, Date, Pertinent Pages, Etc.)*

AR	Elektronik, Vol. 49, No. 24, pp. 52-55, "A rapid crossbar switch for interconnection of microcomputers and memory: "The RapidIO", by H. Strass.
AS	1999 International Symposium on Database Applications in Non-Traditional Environments, Nov. 28-39, 1999, Kyoto, Japan, "Autonomous Disks for Advanced Database Applications", by Haruo Yokota.

**EXAMINER**

**DATE CONSIDERED**

**EXAMINER:** Initial if citation considered, whether or not citation is in conformance with MPEP Section 609; Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

**INFORMATION DISCLOSURE CITATION**  
*(Use several sheets if necessary)*

Docket Number (Optional) <b>SJO920010091US1</b>	Application Number
Applicant(s) <b>K. Suruguchi et al</b>	
Filing Date <b>Herewith</b>	Group Art Unit

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

*EXAMINER INITIAL	REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	NAME	CLASS	SUBCLASS	FILING DATE IF APPROPRIATE
	AA	5,944,838	8/99	Jantz			
	AB	5,949,979	9/99	Snow et al			
	AC	5,953,352	9/99	Meyer			
	AD	6,073,218	6/00	DeKoning et al			
	AE	6,138,176	10/00	McDonald et al			
	AF	6,148,414	11/00	Brown et al			
	AG	6,173,351 B1	1/01	Garnett et al			
	AH	6,185,697 B1	2/01	Shiraishi			
	AI	6,192,492 B1	2/01	Masiewicz et al			
	AJ	6,199,137 B1	3/01	Aguilar et al			
	AK	6,205,500 B1	3/01	Sabotta et al			

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

	REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	COUNTRY	CLASS	SUBCLASS	Translation	
							YES	NO
	AL							
	AM							
	AN							
	AO							
	AP							

**OTHER DOCUMENTS** *(Including Author, Title, Date, Pertinent Pages, Etc.)*

AR Proceedings of Mini/Micro Southeast, Jan. 17-19, 1984, pp. 1-10, "Custom LSI For SCSI Controllers", by Daniel Loski.

EXAMINER	DATE CONSIDERED
----------	-----------------

**EXAMINER:** Initial if citation considered, whether or not citation is in conformance with MPEP Section 609; Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

**INFORMATION DISCLOSURE CITATION**  
*(Use several sheets if necessary)*

Docket Number (Optional)  
**SJO920010091US1**

Applicant(s)  
**K. Suruguchi**

Filing Date  
**Herewith**

Group Art Unit

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

*EXAMINER INITIAL	REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	NAME	CLASS	SUBCLASS	FILING DATE IF APPROPRIATE
	AA	6,219,753 B1	4/01	Richardson			
	AB	6,223,236 B1	4/01	Kori			
	AC	6,223,242 B1	4/01	Sheafor et al			
	AD						
	AE						
	AF						
	AG						
	AH						
	AI						
	AJ						
	AK						

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

	REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	COUNTRY	CLASS	SUBCLASS	Translation	
							YES	NO
	AL							
	AM							
	AN							
	AO							
	AP							

**OTHER DOCUMENTS** *(Including Author, Title, Date, Pertinent Pages, Etc.)*

AR		
AS		

**EXAMINER**

**DATE CONSIDERED**

**EXAMINER:** Initial if citation considered, whether or not citation is in conformance with MPEP Section 609; Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

? t s13/9/all

13/9/1

DIALOG(R)File 2:INSPEC  
(c) 2001 Institution of Electrical Engineers. All rts. reserv.

6888726 INSPEC Abstract Number: C2001-05-5610S-005

Title: CompactPCI module bus standard: new developments

Author(s): Brough Turner, R.

Journal: Elektronik vol.50, no.4 p.94-7

Publisher: WEKA-Fachzeitschriften,

Publication Date: 20 Feb. 2001 Country of Publication: Germany

CODEN: EKRKAR ISSN: 0013-5658

SICI: 0013-5658(20010220)50:4L.94:CMSD;1-Q

Material Identity Number: E071-2001-005

Language: German Document Type: Journal Paper (JP)

Treatment: Applications (A); General, Review (G); Practical (P)

Abstract: General discussion of CompactPCI module standards. Refers to the requirement for "hot swapping". Refers to a PC-I/O standard being developed, termed "\*Infiniband\*", and to the CompactNET system for IP packet switching. Also lists the ATM CellBus, Ethernet and the H.110 CT (Computer Telephony) bus. Emphasises the need for retaining a PCI standard ensuring uniform architecture. (0 Refs)

Subfile: C

Descriptors: asynchronous transfer mode; local area networks; packet switching; standards; system buses

Identifiers: CompactPCI module bus standard; hot swapping; PC-I/O standard; \*Infiniband\*; IP packet switching; ATM CellBus; Ethernet; H.110 CT; uniform architecture

Class Codes: C5610S (System buses)

Copyright 2001, IEE

13/9/2

DIALOG(R)File 2:INSPEC  
(c) 2001 Institution of Electrical Engineers. All rts. reserv.

6814789 INSPEC Abstract Number: C2001-02-5610S-011

Title: A rapid crossbar switch for interconnection of microcomputers and memory: "The RapidIO"

Author(s): Strass, H.

Journal: Elektronik vol.49, no.24 p.52-5

Publisher: WEKA-Fachzeitschriften,

Publication Date: 28 Nov. 2000 Country of Publication: Germany

CODEN: EKRKAR ISSN: 0013-5658

SICI: 0013-5658(20001128)49:24L.52:RCSI;1-2

Material Identity Number: E071-2000-025

Language: German Document Type: Journal Paper (JP)

Treatment: Applications (A); Practical (P)

Abstract: Describes a crossbar switch for data, to replace internal buses on computer boards and backplanes. This achieves a bandwidth up to 4 Gigabytes/sec, and can interface directly with Fibre Channel. Comparisons with "\*InfiniBand\*" connections are made. RapidIO chips are defined as bidirectional switching elements between logic, memory and processor chips, using a source synchronous data protocol responsive to both flanks. Data transfer is in packets. Implementation can be achieved in 20000 gate FPGAs

from ALTERA. Applications in generation of bridges for PCVI segments are referred to. Reference is made to crossbar data switches from Mercury Systems. The RapidIO trade association is announced, including Mercury Systems and Motorola. (0 Refs)

Subfile: C

Descriptors: field programmable gate arrays; system buses; transport protocols

Identifiers: rapid crossbar switch; RapidIO; Fibre Channel; bidirectional switching elements; source synchronous data protocol; FPGAs

Class Codes: C5610S (System buses); C5640 (Protocols)

Copyright 2001, IEE

13/9/3

DIALOG(R) File 2:INSPEC  
(c) 2001 Institution of Electrical Engineers. All rts. reserv.

6791099 INSPEC Abstract Number: B2001-02-4125-010, C2001-02-5490-001

Title: Optical links eliminate bulky box-to-box cables

Author(s): Bursky, D.

Journal: Electronic Design vol.48, no.22 p.78-81

Publisher: Penton Publishing,

Publication Date: 30 Oct. 2000 Country of Publication: USA

CODEN: ELODAW ISSN: 0013-4872

SICI: 0013-4872(20001030)48:22L.78:OLEB;1-S

Material Identity Number: E140-2000-028

U.S. Copyright Clearance Center Code: 0013-4872/2000/\$2.00+\$1.00

Language: English Document Type: Journal Paper (JP)

Treatment: Applications (A); Practical (P)

Abstract: Designers at Agilent Technologies have come up with parallel fiber-optic transmitter and receiver modules and a standard ribbon fiber-connector interface. Designers at the company took advantage of the dropping cost of moderate-performance optical interfaces. The interface cost has come down thanks to the availability of low-cost optical fibers, standardized transmitter and receiver modules, and the development of vertical-cavity surface-emitting laser (VCSEL) diodes. Additional help came from the availability of low-cost silicon to perform parallel-to-serial and serial-to-parallel conversions. Agilent expects such modules to find a ready home in OC-132 10-Gbit/s very-short-reach (VSR) interconnects, \*Infiniband\* systems, and large multiprocessor system interconnects. The company also envisions them in use as even a common I/O that could replace legacy PCI and PCI-X interfaces. (0 Refs)

Subfile: B C

Descriptors: data communication; optical fibres; optical interconnections; surface emitting lasers; system buses; transceivers

Identifiers: parallel fiber-optic transceiver modules; standard ribbon fiber-connector interface; low-cost optical fibers; VCSEL; parallel-to-serial conversion; serial-to-parallel conversion; OC-132; very-short-reach interconnects; \*Infiniband\* systems; multiprocessor system interconnects; PCI; 10 Gbit/s

Class Codes: B4125 (Fibre optics); C5490 (Other aspects of analogue and digital computers); C5610S (System buses)

Numerical Indexing: bit rate 1.0E+10 bit/s

Copyright 2000, IEE

# Elektronik

FACHZEITSCHRIFT FÜR INDUSTRIELLE ANWENDER UND ENTWICKLER

28. November 2000

24

9,- DM 67,- S 9,- sFr

TK 7800 . E632

**Klein, kostengünstig, energiesparend: Eine Minikamera mit einem CMOS-Bildsensor mit integrierter Optik und DSP hat 397 x 291 Bildpunkte bei nur einem Zentimeter Kantenlänge**

## Das Auge des Handys

### Feldbusse

Funk-Übertragung schließt Echtzeit-Steuerung nicht aus

### Geschaltete Verbindung statt Bus

Rapid I/O: Schneller, am schnellsten

### Embedded-Systeme

FreeDOS: Freies Betriebssystem im „ausgereiften“ Beta-Stadium

### Elektronische Motorsteuerung

Mit moderner Technik Energiekosten einsparen

### CompactPCI-Spezifikationen

Die Mühen der Normungsarbeit haben sich gelohnt

Besuchen Sie die  
"Elektronik"  
auf der SPS/IPC/Drives  
in Halle 4, Stand 4-112.  
28.-30.11.2000 in Nürnberg



### In diesem Heft: Spezial „Embedded Design“

- **Embedded-Applikationen:** Effizient mit Java entwickeln  
Fehlervermeidung mit Matlab und C++
- **Telekommunikation:** DSP-Tool simuliert Anwendungen

BEST AVAILABLE COPY

# Abschied vom Bus

## RapidIO

Geschaltete Verbindung als Nachfolger für Busarchitekturen

**Bei den schnellsten Verbindungen innerhalb eines Computersystems – z.B. zwischen Prozessor und Speicher – sind Busse ein Nadelöhr, durch das sich alle Daten zwängen müssen. RapidIO ist eine geschaltete Verbindung ähnlich der in einer Telefonvermittlung, die so schnell ist, dass moderne Bausteine die Daten mit ihrer internen Frequenz übertragen können. Trotzdem eignet sich RapidIO auch für Verbindungen auf einer Backplane und dürfte sich im Kommunikationsbereich bald durchsetzen.**

Von Hermann Strass

Mikroprozessoren für industrielle und Embedded-Anwendungen werden vorwiegend als Einplatinen-Computersysteme und auf Steckkarten in Telecom-Systemen zusammen mit anderen Hochleistungs-Chips, wie z.B. DSPs, eingesetzt. Zur Verbindung dieser Chips wurden bisher entweder individuelle, direkte Verbindungen oder der PCI-Bus eingesetzt. Die individuelle Lösung ist zu teuer und zeitaufwendig, der PCI-Bus bringt zu wenig Leistung.

Daher wurde etwa 1998 mit der Entwicklung eines sehr leistungsfähigen Schaltelements zur Verbindung von schnellen Chips begonnen. Die Standardisierungsgruppe VSO inner-

halb der VITA hatte bereits 1994 einen Standard für einen Kreuzschienenveteiler – vorwiegend zwischen Steckkarten in industriellen Computersystemen – verabschiedet. Diese Norm wurde ursprünglich als Entwurf unter dem Namen RACEway von Mercury Systems eingeführt. RACEway wird sehr häufig in besonders leistungsfähigen Computersystemen z.B. zur Echtzeit-Verarbeitung und -Analyse von Radar, Sonar- oder Satellitedaten oder in Computer-Tomographen eingesetzt. Es gab also eine lange und intensive Praxiserfahrung mit dieser anspruchsvollen Verteilertechnik.

Mercury Systems und Motorola haben dann auf dieser Basis, seit etwa

1998, die Entwicklung für den ange strebten Einsatz als Kreuzschienenveteiler auf Steckkarten in Kommunikations-, Server- und industriellen Rechnersystemen vorangetrieben. Im Frühjahr 2000 wurde diese Entwicklung unter dem neuen Namen RapidIO in der VSO und anschließend auf verschiedenen Konferenzen vorgestellt. Derzeit sind über 20 Firmen Mitglieder der RapidIO Trade Association (RTA).

Unterstützt wird diese Entwicklung inzwischen durch Cisco, Lucent, Nortel und ein Dutzend weiterer Firmen. RapidIO ist eine Weiterentwicklung der parallelen Switch-Technik von RACEway (ANSI/VITA 5-1994 & VITA 5.1). Die geplante Anwendung von RapidIO entspricht fast dem ursprünglichen Einsatzgebiet von PCI. Ein Bus wäre aber bei den heutigen Geschwindigkeiten der Datenübertragung zwischen Chips zu langsam, daher wird die Switch-Technik (wie in einer Telefonvermittlung) eingesetzt.

### Bandbreite bis 4 Gbyte/s

Die RapidIO-Architektur ist die Basis für einen elektronischen Datentransferstandard zur Verbindung von Bausteinen auf Platinen und zwischen Steckkarten über eine Rückwand (Backplane). Dieses Paketvermittlungsverfahren wurde für den Einsatz in Embedded-Systemen, vorzugsweise in der Netzwerk- und Kommunikationstechnik, entwickelt. Bisher war die Datenübertragung innerhalb eines Baugruppenträgers und auf den eingesteckten Platinen eine Leistungsbremse. Mit RapidIO wird dieser Flaschenhals beseitigt. Die Übertragungsraten von zunächst 10 Gbit/s sind schon von Anfang an um Größenordnungen höher als mit PCI möglich und lassen sich noch steigern. Weitere Merkmale sind Software-Unabhängigkeit, Fehlertoleranz und sehr kurze Reaktionszeiten (latency). RapidIO übernimmt auch eine Brückefunktion zu anderen Übertragungsmedien, wie Fibre Channel, InfiniBand oder PCI, und zu den Prozessor-Chips. Die Paketvermittlung von RapidIO arbeitet ähnlich wie „switched“ TCP/IP. Die Funktionen sind auf drei Hierarchieebenen verteilt (logical, transport, physical). Wegen dieser Funktionsteilung kann

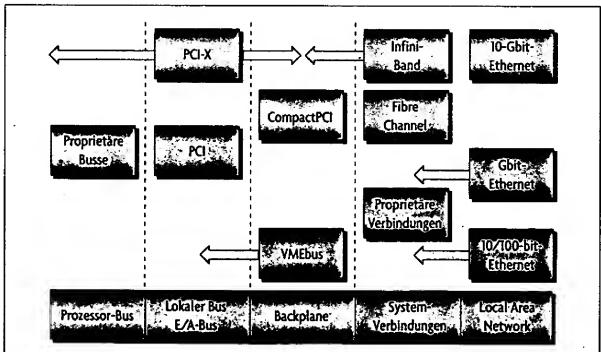


Bild 1. RapidIO wurde vorwiegend als Verbindung zwischen Chips auf einer Platine entwickelt. Das war auch das ursprüngliche Einsatzgebiet von PCI. (Quelle: RapidIO Trade Association)

z.B. sp funktion physikal Die bes belle 1:

► Rapi Chai

RapidIC nerhalb piert (1 haups bindun zugescl Compu den. W von Ex tercon gemein nehm ler, v großer und gr cherne works vielsei tragun Arbeit Die A Ether zen (1 geschl Raj zwisc sor-CI 8 ope auf G Es w 1596 länge



BEST AVAILABLE COPY

z.B. später eine neue Transaktionsfunktion hinzugefügt werden, ohne die physikalische Schnittstelle zu ändern. Die besonderen Merkmale sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

### ► RapidIO, InfiniBand, Fibre Channel – wozu?

RapidIO wurde für Anwendungen innerhalb eines Computersystems konzipiert (Bild 1). InfiniBand ist dagegen hauptsächlich auf einfache Systemverbindungen über kurze Entfernung zugeschnitten. Mit InfiniBand werden Computersysteme zu Clustern verbunden. Wenn die InfiniBand-Spezifikation von Extra-Verbindungen für „Host Interconnects“ spricht, ist damit RapidIO gemeint. Fibre Channel zielt auf unternehmenseite Vernetzung mit schneller, verlustloser Übertragung von großen Datenmengen über mittlere und große Entfernung, z.B. in Speicher-Netzwerken (Storage Area Networks, SAN). Ethernet dient für die vielseitige Verbindung und zur Übertragung kleiner Datenpakete zwischen Arbeitsstationen im Gebäudebereich. Die Arbeitsstationen werden über Ethernet-Verbindungen zu lokalen Netzen (LAN) oder Gruppen zusammen geschlossen.

RapidIO-Chips sind Schaltelemente zwischen Logik-, Speicher- und Prozessor-Chips (Bild 2). Die Schnittstelle ist 8 oder 16 bit breit. Andere Breiten sind auf Grund der Spezifikation möglich. Es wird die LVDS-Technik (IEEE 1596.3) genutzt, die sich schon seit längerer Zeit für die Übertragung von

Funktion, Merkmal	Vorteile, Begründung
Bandbreite	ab 10 Gbit/s mit 8-bit-Parallelübertragung
Chipgröße	kompaktes Spezial-ASIC oder FPGA
Fehlerverwaltung	behält selbstständig 1-bit-Fehler und die meisten 2-bit-Fehler auf der Hardware-Ebene
Flexible Topologie	Unterstützung für Punkt-zu-Punkt, Ring, Bus, Stern oder Matrix
Multiprozessor-Betrieb	symmetrisches Multiprocessing, gemeinsamer verteilter Speicher
Prozess- und E/A-Technik	CMOS-Chips (0,25 und 0,18 µm), Standard-LVDS bis 75 cm
Reaktionszeit (Latency)	niedriger Verwaltungsaufwand, optimiert auf Chip-Chip-Verbindungen
Software	Unterstützung für gängige Mikroprozessoren, flexible Speicherzuordnung
Standard	offener Standard für RISC-, DSP-, Kommunikations- und Netzwerk-Prozessoren sowie Speicher-Controller, Peripherie-Chips und herkömmliche Bus-Schnittstellen
Wissen und Erfahrung	die Vorläufer-Technik RACEway ist seit mehr als sechs Jahren durch das ANSI genormt und in der Praxis erprobt

Tabelle 1. Leistungsmerkmale der RapidIO-Architektur

Daten auf den SCSI- und SCI-Bussen bewährt hat. Zunächst sind Taktraten von 500 MHz bis 2 GHz gleichzeitig in beide Richtungen für jeden Port an einem RapidIO-Chip geplant. So können moderne Prozessoren und Hauptspeicher Daten mit ihrer vollen Taktrate direkt übertragen. Bei einer 8-bit-Parallelversion sind das 1000 Mbyte/s bis 4 Gbyte/s je Richtung in jedem Kanal, da mit beiden Flanken Daten übertragen werden. Wegen der Vermittlungs technik (Switch) steht diese Datenrate für jede geschaltete Verbindung zwischen zwei Teilnehmern (Kanälen) zur Verfügung.

Bei einem Bus würde jeder Teilnehmer nur einen Teil der Übertragungsleistung nutzen können. In einem RapidIO-Fabric (Netz aus Switches) dürfen die einzelnen Verbindungen mit unterschiedlichen Taktraten arbeiten. Systeme können also zukünftig mit schnelleren Komponenten aufgerüstet

werden. Die Daten werden nach dem „Source Synchronous“-Protokoll mit beiden Datenflanken übertragen – ähnlich wie beim 2eSST-Protokoll (VITA 1.5) der schnellen VMEbus-Varianten.

RapidIO verbindet Prozessoren und Hauptspeicherblöcke, daher ist eine niedrige Latenzzeit besonders wichtig. Das wurde bei dem besonders einfachen Protokoll berücksichtigt. Für die Verwaltung werden nur wenige Bits (ab ca. 3 %) am Anfang der Datenpakete beigestellt. Die Paketkopfgröße für die Verwaltung ändert sich nicht mit der Paketgröße (max. 256 byte). Das ist vorteilhaft für die schnelle Übertragung von größeren Datenblöcken. Zur Abarbeitung wird kein Protokollstack benötigt, womit besonders viel Zeitaufwand gespart wird. RapidIO ist für Mikroprozessoren und „Memory-Mapped“-Adressierung besonders gut geeignet. NUMA, ccNUMA und „Message Passing“ (bis 4 Kbyte pro Nach-



**F** Wie erreichen Sie zuverlässiges Stecken oder Ziehen von Einschüben am Baugruppenträger?  
**A** [www.schroff-knowledge.com](http://www.schroff-knowledge.com)



Knowledge sets the standard.

## Abkürzungen

2eSST	2edge Source-Synchronous Protocol
ANSI	American National Standards Organisation
ccNUMA	cache-coherent NUMA
EP	End Point
LAN	Local Area Network
LP	Link Protocol
LVDS	Low Voltage Differential Signalling
MSL	Modified, Shared or Local
NUMA	Non-Uniform Memory Architecture
PCI	Peripheral Component Interconnect
PCI-X	PCI eXtended
RTA	RapidIO Trade Association
SAN	Storage Area Network
SCI	Scalable Coherent Interface
SCSI	Small Computer System Interface
TWG	Technical Working Group
VITA	VMEbus International Trade Association
VSO	VITA Standards Organisation
WG	Working Group

richt) werden unterstützt. Für die Cache-Kohärenz in einem „Globally Shared Memory“-System wird ein einfaches MSL-Protokoll eingesetzt.

RapidIO arbeitet voll duplex auf zwei getrennten Kanälen je Verbindung. So wird keine Bandbreite für die Übertragung von Paketquitungen benötigt. Das Protokoll kennt hauptsächlich das Senden und Empfangen von Datenpaketen sowie die Quit-

verbindungen können mehrfach vergeben werden, um die verfügbare Bandbreite besser zu nutzen.

Die Topologie ist sehr flexibel. Von Punkt-zu-Punkt bis Matrix sind alle üblichen Verbindungsarten erlaubt. Das Protokoll ist nicht abhängig von der physikalischen Übertragungszeit. Die Pakete dürfen in ungeordneter Reihenfolge übertragen werden. Die Adresse ist nicht vom physikalischen

tungsfunktion. Für die Übertragung wird eine von drei Prioritäten vergeben. Wichtigere Pakete mit Einnachrichten werden bevorzugt behandelt. So kann weitgehend deterministisch gearbeitet werden. Jede Datenverbindung arbeitet getrennt von jeder anderen. Bei Fehlern auf einem Datenweg oder bei Engpässen können andere Verbindungen alternativ oder zusätzlich konfiguriert werden. Die Datenwege können also dynamisch, d.h. bedarfsgerecht, geschaltet werden. Zwischen-

Ort oder vom Anschluss im Netz abhängig. Die Funktionen für die Übertragungssteuerung und für die Fehlerüberwachung sowie die Werte für die Signalparameter sind lokal im Chip integriert.

Auf der logischen Ebene ist RapidIO unabhängig von der physikalischen Übertragungstechnik. Es können also z.B. serielle oder parallele Datenkanäle mit Kupfer- oder Glasfaser-Verbindungen genutzt werden. Das erste spezielle Protokoll (8/16 LP-EP) ist aus praktischen Gründen eine parallele Schnittstelle mit 8 oder 16 bit Breite mit Takt- und Frame-Signalen je Richtung. Bei der 16-bit-Version werden zwei Taktleitungen (je eine für 8 bit) genutzt, um die Phasenverschiebung zwischen den Einzelsignalen klein zu halten. Mit dem Frame-Signal wird der Beginn eines Datenpaketes oder eines Steuersignals markiert. Software-Interrupts werden als „Doorbell“-Signale übertragen. Ein Feld mit 16 bit steht zur Codierung der Interrupts zur Verfügung.

Selbst in dieser Entwicklungsphase sind die Chips nicht besonders teuer. Ein erster Versuchschips wurde bereits mit einem Apex-FPGA von Altera mit 20 000 Gattern realisiert. Da bleibt noch Platz für kundenspezifische Besonderheiten im Chip.

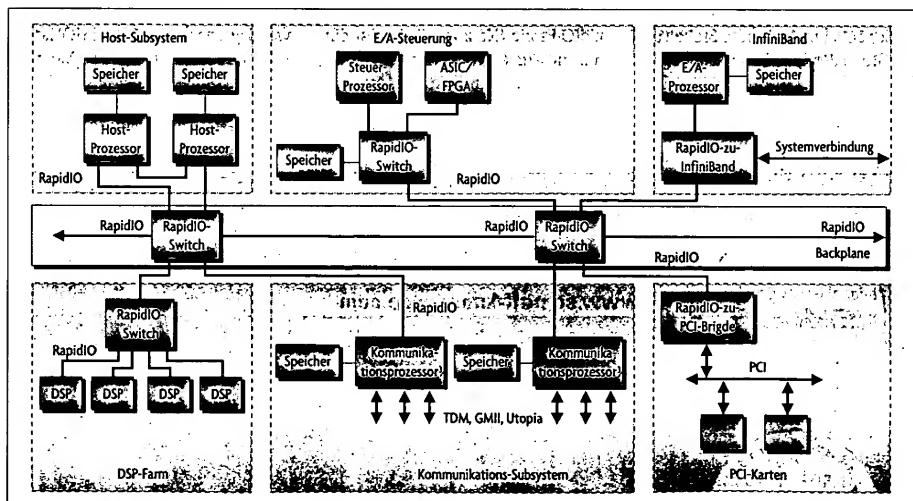


Bild 2. RapidIO ist der Kreuzschienenverteiler (Crossbar Switch) zwischen Steckkarten in einem Computersystem mit einem Übergang zu InfiniBand.

(Quelle: RapidIO Trade Association)

Hunde

Eine wichtige Rolle spielt die Branche. Drei PCI-Busse sind für bestimmte Anwendungen vorgesehen. RapidIO ist eine PCI- oder

ist B...  
g...  
Arch...  
und  
Mit...  
inter...  
mie  
Societ...  
nator...  
ma...  
Büch...  
un...

## ► Hunderte von PCI-Karten

Eine wichtige Funktion von RapidIO ist die Brückenbildung für PCI-Segmente. Damit können herkömmliche PCI-Busse in einem sehr schnellen Netzwerk transparent für die Anwendungssoftware miteinander verschaltet werden. Das ist besonders interessant für PCI-X-Busse, da in diesen Systemen nur wenige Karten (ein bis zwei bei PCI, vier bis fünf bei CompactPCI) je Bus-Segment spezifiziert sind. Mit RapidIO als Verbindungselement können PCI-Systeme mit hunderten von PCI- oder PCI-X-Karten aufgebaut werden.



Hermann Strass

ist Berater für neue Technologien, insbesondere für Bus-Architekturen, Massenspeicher und industrielle Netzwerke, Mitglied in nationalen und internationalen Normungsgremien, in der IEEE Computer Society sowie Technical Coordinator der VITA in Europa. Hermann Strass ist Autor von Büchern, Zeitschriftenartikeln und organisiert Seminare.

In der RapidIO-Architektur sind zusätzliche Funktionen wie Discovery (Parameter-Abfragen) und Hardware-Fehlermanagement vorgesehen. Diese Funktionen beeinträchtigen aber nicht die Übertragung zwischen herkömmlichen Bus-Anschüssen an einem RapidIO-System.

Der Kreuzschienenverteiler (Crossbar Switch) RapidIO von Mercury Sys-

tems und Motorola ist zur Normung über die VITA vorgestellt worden. RapidIO ist von RACEway (ANSI/VITA 5-1994 und VITA 5.1), einer ANSI-Norm der VITA, abgeleitet. Die Spezifikationen für RapidIO werden von der TWG (Technical Working Group) innerhalb der RapidIO Trade Association (RTA) definiert. Zur RapidIO Trade Association gehören im Sommer 2000 die in Tabelle 2 eingetragenen Mitgliedsfirmen. Der Standard wird ausschließlich von den Mitgliedern des „Steering Committee“ entwickelt. Die Mitgliedschaft kostet im Jahr zwischen 9500 und 25 000 US\$, je nach Mitgliedsstufe.

Der Förderverein (RapidIO Trade Association) ist ein eingetragener Verein zur Standardisierung und Förderung der RapidIO-Technik. Das Steering Committee verwaltet den Verein

Steering Committee	Mitglieder
Alcatel	Altera
Cisco Systems	Ceph
ENI Corporation	Galileo
Ericsson	HAL Computer Systems
Incent Technologies	FUX
Mercury Computer Systems	Præsum Communications
Motorola	Redswitch
Nortel Networks	Rival Research & Development
RapidIO Trade Association 404 Babilon St. San Francisco, CA 94118, USA Tel.: +1-415-750-8263 Fax: +1-415-751-4329 URL: <a href="http://www.rapido.org">www.rapido.org</a> E-Mail: <a href="mailto:info@rapido.org">info@rapido.org</a>	Seapull Semiconductor Sly Computers StarGen Tundra Vi Semiconductor Xilinx

Tabelle 2. Mitglieder und Adresse der RapidIO Trade Association

und erstellt die Spezifikationen. Zwei Arbeitsgruppen (Technical WG & Marketing WG) kümmern sich um technische und Marketing-Angelegenheiten.

## ► Boom in ein bis zwei Jahren

RapidIO wird vor allem von Kommunikations- und Netzwerkfirmen für ihre Embedded-Systeme entwickelt. Das ergibt hohe Stückzahlen und damit entsprechend günstige Preise. Die Architektur ist hardware- und software-neutral. Es ist zu erwarten, dass im Zeitraum von ein bis zwei Jahren die Einführung und weitere Verbreitung im Markt erfolgt. Die Vorläufer-Variante RACEway ist mit anderen Einsatzschwerpunkten seit über sechs Jahren in Betrieb, daher ist zu erwarten, dass nicht allzu viele Anfangsprobleme auftreten werden.

jk

BEST AVAILABLE COPY

F Wie erzielen Sie preisgünstig die optimale Schirmung zwischen Baugruppen?

A [www.schroff-knowledge.com](http://www.schroff-knowledge.com)

Schroff®

P ntair  
Enclosures

Knowledge sets the standard.

## **Proceedings**

# **1999 International Symposium on Database Applications in Non-Traditional Environments (DANTE '99)**

November 28–30, 1999  
Kyoto, Japan

*Edited by*  
**Yahiko Kambayashi**  
and  
**Hiroki Takakura**

*Sponsored by*  
The Grant-in-Aid for Scientific Research on Priority Areas (A)  
“Advanced Database Systems for Integration of Media and User Environments”  
Kyoto University

*With Incorporate Support by*  
The Information Processing Society of Japan (IPSJ)  
ACM Japan  
ACM SIGMOD Japan



Los Alamitos, California  
Washington • Brussels      Tokyo

# Autonomous Disks for Advanced Database Applications

Haruo Yokota

Department of Computer Science  
Tokyo Institute of Technology  
yokota@cs.titech.ac.jp

## Abstract

The scalability and reliability of secondary storage systems are their most significant aspects for advanced database applications. Research on high-function disks has recently attracted a great deal of attention because technological progress now allows disk-resident data processing. This capability is not only useful for executing application programs on the disk, but is also suited for controlling distributed disks so they are scalable and reliable. In this paper, we propose autonomous disks in the network environment by using the disk-resident data processing facility. A set of autonomous disks is configured as a cluster in a network, and data is distributed within the cluster, to be accessed uniformly by using a distributed directory. The disks accept simultaneous accesses from multiple hosts via a network, and handle data distribution and load skew. They are also able to tolerate disk failures and some software errors of disk controllers, and can reconfigure the cluster after the damaged disks are repaired. The data distribution, skew handling, and fault tolerance are completely transparent to hosts. The local communication means the size of the cluster is scalable. Autonomous disks are applicable to many advanced applications, such as a large web server having many HTML files. We also propose to use rules to implement these functions, and we demonstrate their flexibility by examples of rules.

## 1. Introduction

The scalability and reliability of a secondary storage system are their most significant aspects for advanced database applications. Storage area networks (SAN)[1] are attracting a great deal of attention as a way of providing scalable and reliable secondary storage environments. Moreover, several academic research projects related to high-function disks have been proposed: the IDISK project at UC Berkeley [2] and the Active Disk projects at Carnegie Mellon [3] and UC Santa Barbara/Maryland [4].

Moving the processing of stored data closer to disks is not a novel approach. Many research projects on database machines were directed to the same goal in the late 1970s and early 1980s [5]: RAP [6], CASSM [7], CAPS [8], GRACE [9], Delta [10], and so on. However, these early database machine projects did not result in practical systems, mainly because of the high costs and the long time required to develop specialized hardware.

The most significant difference between the older approaches and recent work is the use of commodity hardware enabling speedy and cheap implementation of high-function disks. Moreover, technological progress allows disk-resident data processing. Semiconductor technology provides inexpensive and compact microprocessors and memories, so there is room for a disk-resident processor and memory on a controller board in a disk device. Serial link technology, e.g., Fiber Channel, also enables inexpensive, compact high-bandwidth communication between a disk and its hosts. By exploiting the ability to run software on a microprocessor in a disk controller, the disk becomes extremely powerful.

Although the IDISK and Active Disk projects have some differences with respect to application complexity and hardware complexity [2], they have the same goal of executing application programs both on disks and in their hosts. In other words, they focus on functions and mechanisms for user applications, such as decision support systems, relational database operations, data mining, and image processing. Of course, these studies are important, but the application of the high functionality provided by the disk-resident processor to control of distributed disks should also be very influential.

Previous literature only mentioned fault handling and indexing as future work. In this paper, we propose using a distributed directory and rules to handle access traversal, disk skew, and disk failures. We call a disk having these functions an *autonomous disk*. There are several approaches to preventing loss of data due to a disk failure, such as mirroring, using error correcting codes, and applying parity calculation techniques, as described in Patterson's

RAID paper [11]. However, these approaches are less flexible. We propose a primary-backup replication approach with asynchronous backup update using autonomous disks. The replication technique itself is not novel, but it provides a good framework for handling a large number of intelligent disks. The crucial point is that the function of maintaining the replication is performed without involving the hosts.

*Flexibility, scalability and transparency* are very important in the distributed disk environment for advanced database applications. Note that the main focus of this paper is not the replication technique, but the architecture of future disk systems. The remainder of this paper is organized as follows. In Section 2, we describe the concept of the autonomous disk. Section 3 presents strategies for implementing autonomous disks. Section 4 explains the behavior of autonomous disks using rules. We summarize our work and describe possible future work in the final section.

## 2. Concept of Autonomous Disks

### 2.1. Autonomy of network-attached disks

If a large number of high-function disks are installed in a network environment such as a SAN, centralized control will not be efficient. Node autonomy of each disk will provide a sophisticated solution in this situation. However, the notion of autonomy is rather ambiguous. García-Molina explored the notion of node autonomy in distributed environments [12]. There are also many publications related to autonomous databases, such as [13, 14, 15, 16]. Some aspects of node autonomy or autonomous databases may not be applicable to distributed disks. Here, we discuss the properties of autonomy that should be provided by network-attached disks.

A set of autonomous disks configures a cluster in a network environment. A cluster is treated as a unit of access from a host, although the disks in the cluster need not be physically close to each other. The host uniformly accesses an arbitrary disk in the cluster to manipulate data. Disks in a cluster cooperatively handle requests from hosts by local communication among the disks. For these purposes, the following properties are required.

**Data distribution** Data can be fragmented and distributed to a number of disks in the cluster, and shared by hosts connected to the cluster. The sphere of distribution can cover the whole cluster or a part of the cluster. From the database point of view, the fragmentation can be horizontal or vertical, or both. Data can also be replicated for performance or reliability reasons.

**Uniform access from hosts** Since every disk should accept access requests for data stored in any disk in the clus-

ter, each disk requires a data directory containing information about the allocation of data. The directory should be distributed to every disk in the cluster to avoid access concentration, and consistency must be maintained among the copies. If a disk accepts an access request for data stored in another disk, the request is automatically transmitted to the disk storing the data.

**Concurrency control** Since data in the cluster may be accessed simultaneously from multiple hosts, some concurrency control is required. However, concurrency control among the hosts requires complex mechanisms and many message exchanges among them. It is better to manage the concurrency in the place where the data is stored. The autonomous disk provides concurrency control within a cluster.

**Skew Handling** When any distribution skews or load skews among the disks occur, they should be detected and a skew handling process should be initiated. In this process, the disks concerned will autonomously migrate data among themselves.

**Fault tolerance** If disk failures or some software errors in a disk controller occur in a cluster, they should autonomously be masked by the disks. To tolerate such failures or errors, replications of data must be kept in the cluster. Therefore, disks must autonomously maintain consistency between the primary and backup data. We could use the parity calculation techniques used in RAID instead of replication, but we focus on data replication here. Graceful degradation due to a failure is autonomously accomplished by the disks. After repairs of disk failures, reconfiguration of the cluster is also done by disks autonomously.

**Heterogeneity** Methods of implementation of these properties, and even the use of autonomous disks from different vendors, are not relevant, if the interfaces between the autonomous disks and hosts, and among disks, are fixed.

The main benefits derived from the above properties are transparency to hosts and scalability of the system. Since hosts need not be concerned about data distribution, skew handling, fault tolerance, and heterogeneity of disks, control overhead of distributed disks becomes quite light.

### 2.2. Host Interface

To support the above-mentioned features of autonomous disks, interfaces among disks and between a host and disks

are very important. Interfaces based on logical block addresses, such as the SCSI interface, are not sufficient to support the desired features. Acharya *et al.* proposed a stream interface for their active disks [4]. The stream-based interface approach is also suitable for implementing the autonomy of disks. Since the concept of streams is rather general, many types of interface unit can be explained as streams. The most popular interface unit of current operating systems is a file that can be straightforwardly treated as a stream. For example, most applications of UNIX use a file as a unit of read and write, and the UNIX pipe mechanism is a typical stream-like treatment for a file. The traditional disk interface, the block, is also treated as a stream. If legacy software requires a block interface, the stream interface can satisfy the requirement. Higher level interfaces can also be supported by the stream interface. For example, a relation (table) or tuples of some relational database system can be seen as a stream. Even a sequence of SQL commands can be treated as a stream. Autonomous disks support a number of basic functions for streams. SCSI commands can also provide functions for the block-level stream interface. We can combine several levels of stream interfaces for disks, such as the block level and file level. In this paper, however, we focus on a file level stream interface for simplicity.

The following are the most basic stream interface:

- Search disks for a stream by identifier (file name),
- Insert a stream into disks,
- Delete a stream from disks,

In the next section, we describe an approach for implementing the file level stream interface.

### 3. Implementation Strategies

#### 3.1. Rule Description

There may be many approaches to implementing the above-mentioned properties of autonomous disks. In this paper, we propose to use active rules, which are also called Event-Condition-Action (ECA) rules [17, 18]. Basic functions are implemented by a programming language, and combined together by the rules to realize the interface commands and autonomy properties of the disks. Of course, all functions can be implemented by a programming language.

The main reason for adopting the rules is to provide user-friendly descriptions for controlling distributed disks and to restrict the capabilities allowed to users. If we allow users to write anything in an ordinary programming language within a disk, they may be puzzled over how to describe what they want to do, and may violate some limit that will destroy some important information for controlling the disk. The rule descriptions permit only combinations of provided

commands, but are flexible enough to manipulate streams and adapt the state of a disk to its behavior. For example, there are several strategies for fault tolerance, such as how many faults should be tolerated, or how often the synchronization function is invoked among replications. If the strategies are specified by rules, a user can easily change strategies simply by changing the conditions and the combination of provided commands. The conditions are types of streams, states of streams, states of the system, and so on. Therefore, the strategies can be specified independently for each stream. Examples will be presented in Section 4.

The rules can be compiled into the programming language to accelerate performance, but the declarative syntax of a rule should be kept as its external appearance. The syntax we use for a rule here is very simple and rather common, in active databases:

```
when (an event triggering the rule);
  if (conditions for checking the state);
    then (actions executed if the conditions are satisfied);
    else (actions executed if the conditions are not satisfied).
```

We can omit the `else` clause.

#### 3.2. Command Layers

In an autonomous disk, there are three layers of commands: *external interface stream commands*, *internal stream commands*, and *internal disk access commands*. The internal disk access commands are ordinal seek, read, and write commands for a disk, such as SCSI commands. The internal stream commands provide the stream interface for rule descriptions, while the external interface stream commands provide the stream interface for hosts.

The external interface stream commands correspond to the three stream host interfaces described in Subsection 2.2:

- `search(HostID, StreamID)`
- `insert(HostID, StreamID, Stream)`
- `delete(HostID, StreamID)`

The `search` command searches the disks in the cluster for a stream having the identifier `StreamID` and returns the stream to the host indicated by `HostID`. If the stream cannot be found within the cluster, it returns false as a return value. The `insert` command inserts the `Stream` into some place corresponding to the `StreamID`. When the insertion succeeds, true is returned to the host `HostID`. The `delete` command searches for the stream of `StreamID` first, then deletes it, and returns the status to the host `HostID`.

These external interface stream commands are implemented using internal stream commands and rules. The following are some of the internal stream commands:

- `send(Destination, Stream)`
- `traverse_directory(StreamID)`
- `insert_local(Location, StreamID, Stream)`
- `delete_local(Location, StreamID)`
- `mapping(DiskID, Type)`
- `compose(Substreams)`
- `decompose(Stream)`

The internal stream commands are not limited to these. If some new functions are required, new internal commands can be introduced. These commands are implemented using a familiar programming language and the internal disk access commands. Some internal stream commands themselves are implemented by combinations of internal commands and rules. From the heterogeneity point of view, implementation of the internal stream commands can be varied for each disk. A crucial point is that the internal stream commands should not affect the basic disk control function of protecting the disk from illegal use of the commands. The `send` command sends a stream to a destination. Since the disk identifier is known at the internal stream command level, the destination is either `HostID` or `DiskID`. There is no difference between disk-host and disk-disk communication at this level.

Each disk has a part of the distributed directory. We propose the Fat-Btree as a distributed directory structure capable of supporting a high-speed access method and a load-balancing mechanism among disks [19]. In the Fat-Btree, the lower level index nodes, which have relatively high update frequencies, have few copies while the upper level index nodes, which have low update frequencies, are copied to many disks. For this reason, the Fat-Btree also has the advantage of lower synchronization cost among disks when the Btree structure is modified by repeated update operations. The `traverse_directory` command returns an identifier of the disk containing the stream and its location in the disk. The commands `insert_local` and `delete_local` actually execute insert and delete operations for the stream at the location in the disk.

As we mentioned in the paragraph on treatment for fault tolerance, we replicate data into several disks. The replicas are updated asynchronously, because synchronous backup update has a large overhead for synchronization. We use log files to implement the asynchronous backup update. For that purpose, we need meta-information for mapping disks for keeping primary, backup and logs. The command `mapping` returns a copy of the mapping information kept in each disk.

A stream can be fragmented into multiple substreams stored in different disks to enhance disk throughput. The command `decompose` fragments a stream into substreams, and `composite` regenerates the original stream from the fragmented substreams.

### 3.3. Concurrency Control

As already described in Subsection 2.1, concurrency control should be done within a cluster. A stream should be locked by internal commands. Since the locks are managed in the autonomous disk storing the stream, communication for managing locks is not required. If the stream is divided into substreams for data distribution, a stream `StreamID` containing the list of its substreams is locked. Of course, some kind of transaction mechanism is required for concurrency control. The `HostID` can be used as a transaction identifier. For that reason, the `HostID` should be a logical host identifier, i.e., it needs to indicate not only a physical host in the network environment but also a user process in the host that submits the access request.

On the other hand, the distributed commitment process of a transaction is beyond the scope of the autonomous disks. An execution of an external interface stream command can be seen as a leaf transaction of a nested transaction. The leaf transaction is not aborted from outside. Therefore the commitment of the root transaction in a host should be done in the host, based on the semantics of the transaction.

## 4. Behavior Explanation by Rules

### 4.1. Traversal in the Distributed Directory

We now consider rules for explaining the behavior of autonomous disks by combining the internal stream commands. We first define a rule for the `search` command:

```
Rule_1:
when search(HostID, StreamID);
if   (D = traverse_directory(StreamID)).disk
          == Own
    and D.type == single;
then send(HostID, D.stream).
```

This rule means that a disk traverses a distributed directory, such as the Fat-Btree, to derive the location of the stream indicated by `StreamID` when it receives a `search` command via the network. If the result of the directory traversal indicates that the stream is stored within the disk, it returns the stream to the host identified in the interface command. If the stream does not exist in the disk, it transmits the command to a disk that may contain the stream.

```
Rule_2:
when search(HostID, StreamID);
if   (D = traverse_directory(StreamID)).disk
          != Own;
then send(D.disk, search(HostID, StreamID)).
```

If the target stream is fragmented into a number of disks, the stream identified by `StreamID` is not the target stream itself, but is a list of identifiers for the substreams. Therefore, the rule for searching fragmented stream is defined as:

```

Rule_3:
when search(HostID, StreamID);
if   (D = traverse_directory(StreamID)).disk
    == Own
and D.type == fragmented;
then send(HostID,
compose(search_list(Own, D.stream))).

```

The **search\_list** internal stream command searches for substreams according to the list of **D.stream**. These substreams are finally composed as a stream and returned to the host.

These three rules, **Rule\_1**, **Rule\_2**, and **Rule\_3**, are triggered at the same time, and check their conditions. Hereafter, for simplicity, we concentrate on the case where the stream is not fragmented. However, the treatment of the fragmented stream is easily installed by appending rules such as **Rule\_3**.

#### 4.2. Asynchronous Backup Update

The **insert** and **delete** commands are implemented similarly to the **search** command. However, if the target stream of these update commands is replicated, the replicas must be updated as well. Backups of the stream must be placed on different disks to the primary, but each disk will contain both primaries and backups of different streams. Since simultaneous update of these replicas is expensive because of the synchronization cost, we consider asynchronous backup update operations here. To implement these, the following rule is defined:

```

Rule_4:
when insert(HostID, StreamID, Stream);
if   (D = traverse_directory(StreamID)).disk
    == Own;
then l = mapping(Own, log),
lock(StreamID),
send(l.disk, put_log(D,
insert(HostID, StreamID, Stream))),
insert_local(D.location,
StreamID, Stream).
unlock(StreamID),
send(HostID, true);
else send(D.disk,
insert(HostID, StreamID, Stream)).

```

The rule first checks the location of the stream as does the rule of the **search** command. If the stream should not be stored in the current disk, it transmits the command to an appropriate disk. If the disk is the correct one to store the stream, it derives the identifier of another disk for storing its log by using the **mapping** command, sends the log information to the log disk, actually inserts the stream into the appropriate location with the **insert\_local** command, and returns the value **true** as the success flag. Backups are not updated at this point. If the amount of log information exceeds a threshold, the log information is transferred to

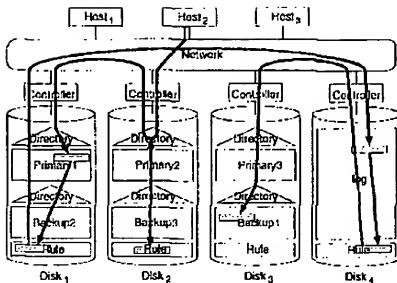


Figure 1. Data flow in autonomous disks

backup disks, and the contents of the backup are brought up to date. The procedure is implemented by the following rule. The disk identifier of backup is also derived by the **mapping** command.

```

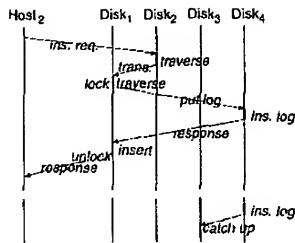
Rule_5:
when put_log(D, CMD):
if count(log, D) > threshold;
then insert_local(log(D, CMD)),
B = mapping(D, backup),
catch_up(Own, D, B);
else insert_local(log(D, CMD)).

```

An example of data flow for an insert operation is illustrated in Figure 1. In this example, Host2 submits a request to insert a stream to Disk2 via the network. However, the stream should be stored into Disk1 for proper data distribution. Rule\_4 is triggered to derive the destination disk, Disk1, using the **traverse\_directory** command, and to transmit the request to Disk1 by the **else clause** of Rule\_4. In Disk1, Rule\_4 is triggered again, but it executes an actual insert operation instead of transmitting the request, since **traverse\_directory** indicates that the current disk is appropriate. During the insertion process, Disk1 sends log information to the log disk (Disk4) indicated by the mapping information according to the WAL (write ahead log) protocol, and executes the internal stream command **insert\_local**. It finally returns the value **true** to Host2.

Update logs accumulate gradually in Disk4, and each put-log operation triggers a check operation on the log size. When the log size exceeds a threshold, catch-up operations are asynchronously invoked by Rule\_5. In these operations, the accumulated logs are transmitted and applied to the corresponding backup disk (Disk3).

The communication structure of the example is depicted



**Figure 2. Communication Structure using Autonomous Disks**

in Figure 2. It is easy to see that the whole process is independent of the host except for the first command submission and the receipt of the response. In contrast, the host must control every disk I/O if we want to execute the same function using ordinary disks. The communication structure of the same situation using ordinary disks is depicted in Figure 3. These two figures also demonstrate that the total communication on the network is reduced with autonomous disks.

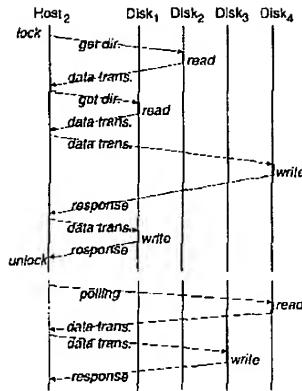
If we use autonomous disks, the target stream is locked and unlocked in the disk storing the stream for the concurrency control. Any hosts desiring to access the stream will reach the disk via the distributed directory, and will try to acquire a lock on the stream in the disk. Thus, no extra communication for controlling concurrency is required for autonomous disks. On the other hand, each host must manage locks to access the clustered disks as in Figure 3. If a host wants to access a disk page in the cluster, the host communicates to all the other hosts or a host associated with the disk page, to try to acquire a lock on the page.

#### 4.3. Varying Strategies

In this example, the catch-up operation is invoked only when the size of the pre-applied log exceeds a threshold. We can modify the strategy by changing the rules. For example, we can use load skew information to trigger the catch-up operation, or make the backup and log disks wait until their workload is low.

We can also vary the strategies for fault tolerance, but only by changing the rule definitions. The log can also be duplicated to improve the reliability of the system. Rule\_4 can be changed to treat double logs as follows:

```
Rule_4':
when Insert(HostID, StreamID, Stream);
```

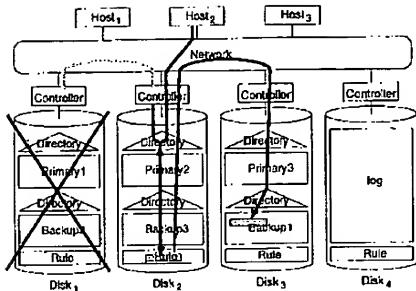


**Figure 3. Communication Structure using Ordinary Disks**

```
if (D = traverse_directory(StreamID)).disk == Own
and D.type == double_log;
then L1 = mapping(Own, log1),
L2 = mapping(Own, log2),
lock(StreamID),
send(L1.disk, put_log(D,
insert(HostID, StreamID, Stream)),
send(L2.disk, put_log(D,
insert(HostID, StreamID, Stream)),
insert_local(D.location,
StreamID, Stream),
unlock(StreamID),
send(HostID, true);
else send(D.disk, insert(HostID,
StreamID, Stream)).
```

In this example, the update logs are sent and written to the two disks indicated by the mapping information. We can also easily change the number of backup disks:

```
Rule_5':
when put_log(D, CMD);
if count(log, D) > Threshold
and D.type == double_backup;
then insert_local(log(D, CMD)),
B1 = mapping(D, backup1),
catch_up(Own, D, B1),
B2 = mapping(D, backup2),
catch_up(Own, D, B2);
else insert_local(log(D, CMD)).
```



**Figure 4. Fault treatment in autonomous disks**

The increase of replication is effective for concurrent retrieval operations. The replication of a stream is transparent to hosts except for administrator hosts. The information about replication is stored as a property of the stream in the distributed directory.

The fragmentation of a stream is also transparent to hosts. The size of the stream or the access patterns for the stream are used as criteria for fragmentation. The decompose operation of the stream is also treated by rules. These strategies are varied according to the situation of each stream. In other words, each stream has its own strategy. This is a strong benefit derived by adopting the rule mechanism.

#### 4.4. Handling Disk Failures or Errors

If there are disk failures or software errors that stop the disk controller, traversal of the distributed directory will be interrupted. In that case, the following rule will be invoked.

```
Rule_6:
when failure(search(HostID, StreamID));
if   B = mapping(
      (D = traverse_directory(StreamID)),
      backup);
then catch_up(mapping(D, log), D, B).
send(B, search_backup(HostID, StreamID)).
```

The rule finds a backup disk by using mapping information, invokes a catch-up operation for the backup disk, and continues the traverse operation on the backup disk. The flow of fault treatment is illustrated in Figure 4. In this example, Disk<sub>2</sub> tries to transmit a search command to Disk<sub>1</sub>, but Disk<sub>1</sub> cannot be accessed because of a disk failure or

some software errors in the controller of the disk. Then Rule\_6 invokes a catch-up operation on the backup disk (Disk<sub>3</sub>), and transmits the search command to it.

#### 4.5. Skew Handling

Distribution skew is basically handled by the distributed directory. The Fat-Btree [19] is capable of handling distribution skew. It detects the skew, and migrates overloaded data to the logical neighboring disks. Therefore, the skew is systematically dissipated through the cluster. Algorithms for detecting skew and migrating data are presented in [19]. Cluster reconfiguration after replacing a failed disk with a new disk is a special case of skew handling for the Fat-Btree. The new empty disk is gradually filled with the migrated streams.

#### 5. Concluding Remarks

We have proposed a concept of autonomous disks that configure a cluster in a storage area network (SAN) for advanced database applications. Data is distributed in the cluster and accessed uniformly as a stream by using a distributed directory. The disks accept simultaneous accesses from multiple hosts via the network, and control concurrency among themselves. They also autonomously handle disk distribution, load skew, disk failures and some software errors in the disk controllers, and cluster reconfiguration after a repair. These aspects are accomplished within the cluster of autonomous disks without interaction with hosts. This provides excellent transparency from hosts.

If we treat a file as a stream in the autonomous disks, they become very applicable to many advanced applications. For instance, Internet providers or web directory servers having a large number of HTML files have difficulty in maintaining those files. The proposed autonomous disks capable of handling file streams are very effective for such situations using the distributed directory.

We also propose a mechanism for implementing the functions of autonomous disks. We utilize a distributed directory effectively, and prepare three command layers: external stream commands, internal stream commands, and internal disk access commands. The external stream commands are implemented using the internal stream commands and active rules. The combination of command layers and rules enables users to describe the behavior of the autonomous disks easily. They also provide flexibility for varying the management strategies for individual streams. Moreover, hosts are not involved in communication among disks to realize these functions. This fact provides high scalability of the system.

The transparency, flexibility, and scalability derived from this approach are essential. The variety of functions

provided for hosts and disks allows the applications on the hosts to be independent of the disk configuration. Autonomous disks are also effective in a scalable network environment containing a number of hosts and disks.

These functions can be implemented in PC clusters, although we intend to install them eventually in functional disks having disk-resident processors. We plan to implement an experimental system using PCs connected by a network to evaluate the mechanism.

### Acknowledgments

This research was partially supported by the Ministry of Education, Science, Sports and Culture, Japan, by a grant for Scientific Research on Priority Areas (08244205/09230206/08244105), and also by SRC (Storage Research Consortium in Japan).

### References

- [1] Barry Phillips. Have Storage Area Networks Come of Age? *IEEE Computer*, 31(7):10–12, 1998.
- [2] Kimberly Keeton, David A. Patterson, and Joseph M. Hellerstein. A Case for Intelligent Disks (IDISKs). *SIGMOD Record*, 27(3):42–52, Sep. 1998.
- [3] Erik Riedel, Garth Gibson, and Christos Faloutsos. Active Storage for Large-Scale Data Mining and Multimedia. In *Proc. of the 24th VLDB Conf.*, pages 62–73, 1998.
- [4] Anurag Acharya, Mustafa Uysal, and Joel Saltz. Active Disks: Programming Model, Algorithms and Evaluation. In *Proc. of the 8th ASPLOS Conf.*, Oct. 1998.
- [5] Haran Boral and Steve Redfield. Database Machine Morphology. In *Proc. of the 11th Int'l. Conf. on VLDB*, pages 59–71, 1985.
- [6] Ercan A. Ozharahan, S. A. Schuster, and K. C. Sevcik. Performance Evaluation of a Relational Associative Processor. *ACM Trans. on Database Systems*, 2(2):175–195, 1977.
- [7] Stanley Y. W. Su and G. J. Lipovski. CASSM: a Cellular System for Very Large Databases. In *Proc. on Int'l. Conf. on VLDB'75*, pages 456–472, 1975.
- [8] E. Babb. Implementing a relational database by means of specialized hardware. *ACM Trans. on Database Systems*, 4(1):1–29, March 1979.
- [9] Masaru Kusuregawa, Hidehiko Tanaka, and Tohru Moto-oka. Application of Hash to Data Base Machine and Its Architecture. *New Generation Computing*, 1(1):63–74, 1983.
- [10] Shigeki Shibayama, Takeo Kakuta, Nobuyoshi Miyazaki, Haruo Yokota, and Kunio Murakami. A Relational Database Machine with Large Semiconductor Disk and Hardware Relational Algebra Processor. *New Generation Computing*, 2(2):131–155, 1984.
- [11] David A. Patterson, Garth Gibson, and Randy H. Katz. A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks(RAID). In *Proc. of ACM SIGMOD Conference*, pages 109–116, Jun 1988.
- [12] Hector Garcia-Molina. Node Autonomy in Distributed Systems. In *Proc. of Int'l. Sympo. on Databases in Parallel and Distributed Systems*, pages 158–166, 1988.
- [13] Amit P. Sheth. Federated Database Systems for Managing Distributed, Heterogeneous, and Autonomous Databases. In *Proc. of the 17th Int'l. Conf. on VLDB*, page 489, 1991.
- [14] Panos K. Chrysanthis and Krithi Ramamritham. Autonomy Requirements in Heterogeneous Distributed Database Systems. In *Proc. of the sixth Int'l. Conf. on Management of Data*, pages 283–302, 1994.
- [15] Dennis McLeod and Antonio Si. The Design and Experimental Evaluation of an Information Discovery Mechanism for Networks of Autonomous Database Systems. In *Proc. of Int'l. Conf. on Data Engineering*, pages 15–24, 1995.
- [16] Stephen Milliner, Athman Bouguettaya, and Mike P. Papazoglou. A Scalable Architecture for Autonomous Heterogeneous Database Interactions. In *Proc. of the 21st Int'l. Conf. on VLDB*, pages 515–526, 1995.
- [17] Dennis R. McCarthy and Umeshwar Dayal. The Architecture of an Active Data Base Management System. In *Proc. of SIGMOD Conf. '89*, pages 215–224, 1989.
- [18] J. Widom and S. Ceri (ed.). *Active Database Systems: Triggers and Rules for Advanced Database Processing*. Morgan Kaufmann Pub., 1996.
- [19] Haruo Yokota, Yasuhiko Kanemasa, and Jun Miyazaki. Ent-Btree: An Update-Conscious Parallel Directory Structure. In *Proc. of the 15th Int'l. Conf. on Data Engineering*, pages 448–457, 1999.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

**PCT**

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>R. 37031 Mq/Wt</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE 00/ 04256</b>	Internationales Anmeldedatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> <b>30/11/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> <b>01/12/1999</b>
Anmelder		
<b>ROBERT BOSCH GMBH</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

**1. Grundlage des Berichts**

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erlaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2.  **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3.  **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

**4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung**

wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**5. Hinsichtlich der Zusammenfassung**

wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

**6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1**

wie vom Anmelder vorgeschlagen

weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

keine der Abb.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04256

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSSTANDES  
 IPK 7 F02M53/00 F01P1/06 F01P3/12 F02M37/20

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 F02D F02M F01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 11 218057 A (WALBRO) 10. August 1999 (1999-08-10)	1, 5, 6
Y	& US 6 009 859 A (ROCHE TE AL.) 4. Januar 2000 (2000-01-04) Spalte 4, Zeile 30 – Zeile 56; Abbildungen	2, 3
Y	FR 2 546 971 A (SAME) 7. Dezember 1984 (1984-12-07) Zusammenfassung; Abbildungen	2, 3
A	US 5 647 331 A (SWANSON ET AL.) 15. Juli 1997 (1997-07-15) Zusammenfassung; Abbildungen	1, 5, 6
	---	-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

7. Juni 2001

15/06/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Bevollmächtigter Bediensteter

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Kooijman, F

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEGENSTECKTE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 147 (M-088), 17. September 1981 (1981-09-17) & JP 56 077514 A (ISEKI & CO LTD), 25. Juni 1981 (1981-06-25) Zusammenfassung; Abbildung ----	1-3
A	US 4 728 306 A (SCHNEIDER) 1. März 1988 (1988-03-01) das ganze Dokument ----	1,4-7
A	DE 198 18 421 A (BOSCH) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04256

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 11218057	A	10-08-1999	US	6009859 A		04-01-2000
FR 2546971	A	07-12-1984	DE	3420303 A		03-01-1985
			ES	532937 D		16-10-1985
			ES	8601402 A		16-02-1986
			GB	2140869 A, B		05-12-1984
			US	4539945 A		10-09-1985
US 5647331	A	15-07-1997	JP	9222055 A		26-08-1997
JP 56077514	A	25-06-1981		KEINE		
US 4728306	A	01-03-1988	BR	8707954 A		20-03-1990
			EP	0334895 A		04-10-1989
			WO	8805123 A		14-07-1988
DE 19818421	A	28-10-1999	FR	2777950 A		29-10-1999
			JP	11336631 A		07-12-1999

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 56077514  
PUBLICATION DATE : 25-06-81

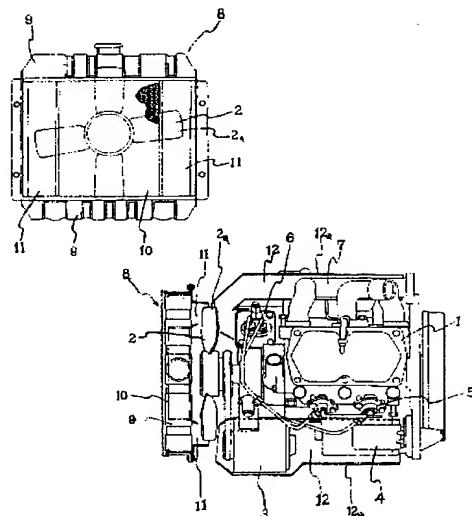
APPLICATION DATE : 30-11-79  
APPLICATION NUMBER : 54154201

APPLICANT : ISEKI & CO LTD;

INVENTOR : MATSUMOTO YOSHIHISA;

INT.CL. : F01P 11/10 F01P 3/18

TITLE : APPARATUS FOR COOLING  
ACCESSORY PART OF ENGINE OF  
POWER-DRIVEN AGRICULTURAL  
MACHINE



ABSTRACT : PURPOSE: To cool accessory parts of an engine effectively, by forming hollow spaces in the body of a radiator, and carrying cool air drawn into the radiator from said hollow space toward accessory parts of the engine via guide passages.

CONSTITUTION: When a cooling fan 2 connected directly to an engine 1 is rotated, open air is drawn through a core 10 of a radiator 8 and carried mainly to engine 1 as hot air. On the other hand, open air drawn through hollow spaces 11, 11 located on both sides of core 10 is carried into guide passages 12 connected to respective hollow spaces 11, 11 with its temperature being kept low; and then carried to a generator 3, starter motor 4, exhaust pipe 7 and fuel pump 6 for cooling them. Thus, it is enabled to cool the engine 1 itself and its accessory parts effectively.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(12) NACH DEM VERTRAG UEBR DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Juni 2001 (07.06.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/40638 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>:

F02D

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE00/04256

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JOOS, Klaus [DE/DE]; In der Eichhaeble 3, 74399 Walheim (DE). WOLBER, Jens [DE/DE]; Pappelweg 6, 70839 Gerlingen (DE). FRENZ, Thomas [DE/DE]; Beuthener Strasse 5, 86720 Nuertingen (DE). BOCHUM, Hansjoerg [DE/DE]; Sandweg 16, 70771 Leinfelden (DE). AMLER, Markus [DE/DE]; Engelbergstrasse 3, 71229 Leonberg-Gebersheim (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

30. November 2000 (30.11.2000)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(30) Angaben zur Priorität:

199 57 742.0 1. Dezember 1999 (01.12.1999) DE

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

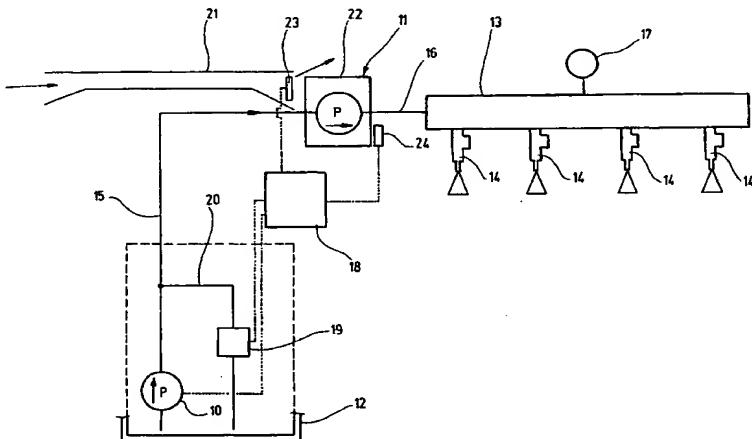
Veröffentlicht:

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Titel: FUEL SUPPLY SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFZUFÜHRVORRICHTUNG FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR



**WO 01/40638 A2**

(57) Abstract: The invention relates to a fuel supply system for an internal combustion engine that is provided with a fuel feed pump (10) that supplies the pre-pressurized fuel to a high-pressure fuel pump (11) that is linked with at least one injection valve (14) on the high-pressure side to supply the injection valve with the pressurized fuel. The aim of the invention is to avoid the formation of steam bubbles in the high-pressure fuel pump (11) that impairs the pump capacity or the pressure generation. To this end, the high-pressure fuel pump (11) can be supplied with a coolant flow via at least one cooling channel (21) for maintaining the temperature ( $T_{HDF}$ ) of the high-pressure fuel pump (11) below a critical working temperature ( $T_{KI}$ ).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffzuführvorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit einer Kraftstoffförderpumpe (10), die unter Vordruck stehenden Kraftstoff einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zuführt, die hochdruckseitig mit wenigstens einem Einspritzventil (14) verbunden ist, um diesen unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuzuführen. Um in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) eine deren Förderleistung und Druckerzeugung beeinträchtigende Dampfblasenbildung zu vermeiden, ist erfindungsgemäss vorgesehen, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) ein Kühlmittelstrom über zumindest einen Kühlkanal (21) zuführbar ist, um die Temperatur ( $T_{HDP}$ ) der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) unterhalb einer kritischen Betriebstemperatur ( $T_{K1}$ ) zu halten.

Kraftstoffzuführvorrichtung für einen Verbrennungsmotor

- 1 Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffzuführvorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

#### 5 Stand der Technik

Aus der DE 195 39 885 A1 ist bereits eine Kraftstoffzuführvorrichtung für einen Verbrennungsmotor bekannt, die eine Kraftstoffförderpumpe und eine dazu in Reihe geschaltete Kraftstoff-Hochdruckpumpe aufweist, um unter Hochdruck stehenden Kraftstoff von der Hochdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe über eine Druckleitung, einen Speicherraum und Ventilleitungen zu Einspritzventilen zu liefern, von denen jedes Kraftstoff direkt in eine der Brennkammern des Verbrennungsmotors einspritzt. Die Kraftstoffförderpumpe, deren Ausgangsseite mit der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe über eine Druckleitung verbunden ist, liefert unter Vordruck stehenden Kraftstoff an die Kraftstoff-Hochdruckpumpe.

1 Um den Vordruck in der Druckleitung auf einem gewünschten Wert zu halten, ist an die Druckleitung ein Druckbegrenzungsventil über ein 2/2-Wegeventil angeschlossen, das die Verbindung zwischen Druckleitung und Druckbegrenzungsventil 5 sperrt oder freigibt.

Um die geringe Förderleistung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe während der Startphase des Verbrennungsmotors auszugleichen und gegebenenfalls die hochdruckseitige Druckleitung und den 10 daran anschließenden Speicherraum zu spülen, so dass während des Stillstands des Verbrennungsmotors entstandene Gasblasen entfernt werden können, ist parallel zur Kraftstoff-Hochdruckpumpe eine Durchlasseinrichtung vorgesehen, die die Niederdruckseite und die Hochdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe miteinander verbindet. Um den Vordruck in der 15 niedlerdruckseitigen Druckleitung während der Startphase gegenüber dem Vordruck während des normalen Betriebs auf 8 bis 10 Bar zu erhöhen, kann das 2/2-Wegeventil geschlossen werden, so dass aus der Druckleitung kein Kraftstoff abfließen 20 kann. Der während der Startphase erhöhte Vordruck ermöglicht einerseits eine Spülung der Kraftstoffzuführleitungen zum Beseitigen von Gasblasen und andererseits eine Komprimierung von Gasblasen; sowie eine für einen Startvorgang geeignete hohe Förderleistung.

25

Während des normalen Betriebs des Verbrennungsmotors wird der Einspritzdruck im Speicherraum von der Kraftstoff-Hochdruckpumpe erzeugt und durch ein steuerbares Druckregelventil auf einen entsprechenden Wert begrenzt. Das Druckregelventil ist hierfür über eine Rücklaufleitung mit der Niederdruckseite verbunden.

Eine Begrenzung der Temperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe erfolgt dabei allenfalls durch eine gewisse Kühlung mittels 35 des die Kraftstoff-Hochdruckpumpe durchströmenden Kraftstoffstroms, so dass nicht zuverlässig verhindert werden kann, dass sich die Kraftstoff-Hochdruckpumpe so erwärmt,

1 dass ihre Temperatur die kritische Betriebstemperatur, also die Temperatur übersteigt, bei der bei gegebenen Vordruck eine Kraftstoffdampfblasenbildung beginnt.

5 Bei einer anderen Kraftstoffzuführvorrichtung, bei der eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe zur Versorgung von Direkt-Einspritzventilen von einer Kraftstoffförderpumpe mit unter Vordruck stehendem Kraftstoff versorgt wird, ist vorgesehen, dass die Förderseite der Kraftstoffförderpumpe mit der  
10 Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe verbindende Druckleitung über ein variables Drosselventil mit einem ersten Druckbegrenzungsventil für einen ersten, relativ niedrigen Druck, z.B. 3 Bar, und direkt mit einem zweiten Druckbegrenzungsventil für einen relativ hohen Vordruck von  
15 z.B. 9 Bar verbunden ist. Das variable Drosselventil weist dabei einen Strömungswiderstand auf, der mit steigender Durchflussrate überproportional ansteigt, so dass der Vordruck in der Druckleitung durch die Förderleistung der Kraftstoffförderpumpe eingestellt werden kann.

20

Um bei einem Ansteigen der Kraftstofftemperatur Dampfblasenbildung in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zu verhindern, ist es bei dieser Kraftstoffzuführeinrichtung möglich, durch Erhöhen der Förderleistung der Kraftstoffförderpumpe den Vordruck so anzuheben, dass er größer wird als der temperatur-abhängige Dampfdruck des Kraftstoffs in der Druckleitung.

Auf diese Weise lässt sich zwar die Dampfblasenbildung im Kraftstoff und damit ein Abfall der Förderleistung der  
30 Kraftstoff-Hochdruckpumpe verhindern, der zur Folge hätte, dass kein Hochdruckaufbau mehr möglich wäre. Allerdings wird die Kraftstoffförderpumpe durch einen derartigen Betrieb erheblich strapaziert, was zu einer verringerten Lebensdauer führt.

35

Um einen Stellmotor einer Drosselklappenstelleinheit zu kühlen, ist es aus der DE 38 36 507 A1 bekannt, aus dem Kühl-

1 wasserkreislauf des Verbrennungsmotors einen Kühlwasserstrom  
für den Stellmotor abzuleiten.

Vorteile der Erfindung

5

Die Kraftstoffzuführvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass mit Hilfe des Kühlmittelstroms die Kraftstoff-Hochdruckpumpe auf einem Temperaturniveau gehalten werden kann, das unterhalb einer 10 kritischen Betriebstemperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe liegt. Hierfür sind ein oder mehrere geeignete Kühlkanäle vorzusehen, die einen entsprechenden Kühlmittelstrom, der eine ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet, zu der Kraftstoff-Hochdruckpumpe liefern.

15

Zweckmäßigerweise dient als Kühlmittel Luft. Wird die erfindungsgemäße Kraftstoffzuführvorrichtung bei einem Fahrzeugmotor eingesetzt, so ist es möglich, die Kühlkanäle im Motorraum so anzuordnen, dass die Umgebungsluft, die aus der 20 Fahrzeugumgebung während des Fahrbetriebs zur Kraftstoff-Hochdruckpumpe geführt wird, zur Kühlung ausreicht.

Besonders zweckmäßig ist es jedoch, wenn dem zumindest einen Kühlkanal ein Lüfter zugeordnet ist, um den Kühlluftstrom 25 durch den Kühlkanal zu erzeugen, wobei der Lüfter vorzugsweise in Abhängigkeit von der Temperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe und der kritischen Betriebstemperatur steuerbar ist. Auf diese Weise lässt sich der Kühlluftstrom unabhängig vom Einsatzbereich des Verbrennungsmotors so steuern, 30 dass stets eine geeignete Kühlung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe erreicht werden kann.

Weist die erfindungsgemäße Kraftstoffzuführvorrichtung neben den Kühlmitteln für die Kraftstoff-Hochdruckpumpe eine umschaltbare oder variable Druckregeleinrichtung auf, so kann 35 durch einen entsprechend hoch eingestellten Vordruck die kritische Betriebstemperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe

1 so weit erhöht werden, dass eine Kühlung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe mit Hilfe des durch den Kühlkanal oder die Kühlkanäle gezielt geführten Kühlluftstroms, der gegebenenfalls mit Hilfe eines vorzugsweise steuerbaren Lüfters er-  
5 zeugt wird, unter allen Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors ausreichend ist.

Durch die erfundungsgemäß vorgesehene Kühlung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe mit einem separaten Kühlmittel kann ei-  
10 ne Dampfblasenbildung in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe verhindert werden, so dass auf eine Kühlung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe mittels eines Kraftstoff-Spülstroms, der stets eine Rücklaufleitung zum Kraftstofftank erfordert, vermieden werden kann. Die Einsparung einer derartigen  
15 Kraftstoffrücklaufleitung vereinfacht nicht nur den gesamten Aufbau der Kraftstoffzuführvorrichtung sondern erhöht auch die Sicherheit im Falle eines gefährlichen Aufpralls. Daneben wird eine unnötige Aufheizung des Kraftstoffs im Kraftstofftank durch den in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe erwärmt-  
20 ten Kraftstoffspülstrom vermieden, so dass verringerte Verdampfungsverluste im Kraftstofftank auftreten, und damit die Aktivkohlefilter und Tankentlüftung entlastet werden.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfin-  
25 dung ist vorgesehen, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zum Kühlen Kühlflüssigkeit durch den Kühlkanal als Kühlmittel zuführbar ist. Obwohl es grundsätzlich möglich ist, jede geeignete Kühlflüssigkeit zu verwenden, z. B. bei in einem Fahrzeug vorhandenem Klimagesystem das Kältemittel aus dem  
30 Klimagesystem zum Kühlen der Kraftstoff-Hochdruckpumpe des Fahrzeugmotors einzusetzen, ist es bevorzugt, als Kühlmittel Kühlwasser vorzusehen, wobei das Kühlwasser vorzugsweise aus dem Külsystem des Verbrennungsmotors abgeleitet wird.

35 Durch die Verwendung von Kühlwasser, insbesondere durch die Verwendung eines Kühlwasser-Teilstroms der aus dem Vorlauf des Külsystems des Verbrennungsmotors, also hinter dem Mo-

1 torkühler abgeleitet wird, lässt sich die Kühlung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe weiter verbessern.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn zur Steuerung der Kühlwasserzufuhr ein Absperrventil vorgesehen ist, das von einer Steuerschaltung in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlwassers und von der Temperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe betätigbar ist.

Um für den Fall, dass unter extremen Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors die Kühlung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe nicht durchgeführt werden kann oder nicht ausreicht, eine Dampfblasenbildung zu verhindern, ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass an die Kraftstoffförderpumpe ausgangsseitig eine von einer Steuerschaltung steuerbare Druckregeleinrichtung angeschlossen ist, um den der Kraftstoff-Hochdruckpumpe niederdruckseitig zugeführten Kraftstoffdruck, also den Vordruck in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen der Kraftstoff-Hochdruckpumpe einstellen zu können.

20 Zweckmäßigerweise ist die Druckregeleinrichtung so steuerbar, dass der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zugeführte Druck auf einen ersten oder einen zweiten Wert regelbar ist. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zugeführte geregelte Druck variabel ist.

Um einen sicheren Betrieb der Kraftstoff-Hochdruckpumpe auch in Extremfällen zu gewährleisten, sind zweckmäßigerweise zu mindest zwei Kühlkanäle vorgesehen, von denen der eine Luft 30 und der andere Wasser als Kühlmittel der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zuführt.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnung

35 Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher er-

1 läutert. Es zeigen:

Figur 1 ein schematisches vereinfachtes Blockbild einer erfindungsgemäßen Kraftstoffzuführvorrichtung mit einer luftgekühlten Kraftstoff-Hochdruckpumpe,

Figur 2 ein schematisches vereinfachtes Blockbild einer erfindungsgemäßen Kraftstoffzuführvorrichtung mit einer mit einem flüssigen Kühlmittel, wie z.B. Wasser, gekühlten Kraftstoff-Hochdruckpumpe, und

Figur 3 ein Flussdiagramm für den Betrieb einer erfindungsgemäßen Kraftstoffzuführvorrichtung, bei der der Vordruck regelbar und die Kraftstoff-Hochdruckpumpe mit einem steuerbaren Kühlmittelstrom kühlbar ist.

In den verschiedenen Figuren der Zeichnung sind einander entsprechende Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

## 20 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Wie Figur 1 zeigt, weist eine erfindungsgemäße Kraftstoffzuführvorrichtung eine Kraftstoffförderpumpe 10 und eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe 11 auf, um aus einem Kraftstofftank 12 Kraftstoff über ein Druckleitungssystem 13 zu einem oder mehreren Kraftstoff-Einspritzventilen 14 eines Verbrennungsmotors zu liefern. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird von einem Vierzylinderbrennungs-motor ausgegangen, bei dem jeder Brennkammer ein Einspritzventil zugeordnet 30 ist, das Kraftstoff entweder direkt in die Brennkammer oder in deren Ansaugbereich einspritzt.

Die Kraftstoffförderpumpe 10, die in nicht näher dargestellter Weise von einem Elektromotor angetrieben wird, ist mit 35 ihrer Druckseite über eine Druckleitung 15 mit einer Niederdruckseite der Hochdruckpumpe 11 verbunden. Die Ausgangs- oder Hochdruckseite der Hochdruckpumpe 11 ist über eine wei-

1 tere Druckleitung 16 an das Druckleitungssystem 13 ange-  
schlossen, dem ein Drucksensor 17 zugeordnet ist, dessen dem  
Kraftstoffdruck im Druckleitungssystem 13 entsprechendes  
Ausgangssignal einer Steuerschaltung 18 zugeführt ist, die  
5 in nicht näher dargestellter Weise die Betriebsbedingungen  
des Verbrennungsmotors überwacht und in Abhängigkeit davon  
die einzelnen Betriebsparameter des Verbrennungsmotors, wie  
z.B. Zündzeitpunkt, Einspritzzeitpunkt, einzuspritzende  
Kraftstoffmenge und dergleichen steuert.

10

Um über die Druckleitung 15 Kraftstoff mit einem bestimmten  
geregelten Vordruck an die Niederdruckseite der Hochdruck-  
pumpe 11 zu liefern, ist der Kraftstoffförderpumpe 10 eine  
Druckregeleinrichtung zugeordnet. Diese Druckregeleinrich-  
15 tung kann z. B. von der Kraftstoffförderpumpe 10 selbst ge-  
bildet werden, wenn deren Förderleistung einstellbar ist, um  
diese bedarfshängig steuern zu können.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist als Druckregelein-  
richtung ein Druckregler 19 vorgesehen, der mit der Druck-  
leitung 15 über eine Leitung 20 ist verbunden. Die Auslass-  
seite des Druckreglers 19 liefert überschüssigen Kraftstoff  
zurück in den Kraftstofftank 12. Der Druckregler 19 kann da-  
bei so umschaltbar ausgebildet sein, dass er den Vordruck in  
25 der Druckleitung 15 entweder auf einem ersten, relativ nie-  
drigen Wert, z.B. etwa 3 Bar, oder auf einen zweiten relativ  
hohen Wert, z.B. 8 bis 10 Bar, begrenzt. Es ist jedoch auch  
möglich, einen Druckregler 19 vorzusehen, der so steuerbar  
ist, dass er den Vordruck in der Druckleitung 15 auf prak-  
30 tisch jeden beliebigen Wert zwischen einem ersten, relativ  
niedrigen und einem zweiten, relativ hohen Wert begrenzen  
kann. Hierzu wird der Druckregler 19 so ausgebildet, dass  
der Begrenzungsdruck, also der Druck, auf den der Vordruck  
in der Druckleitung 15 eingestellt wird, mit Hilfe der För-  
35 derleistung der Kraftstoffförderpumpe 10 einstellbar ist.

Um eine Dampfblasenbildung in der Hochdruckpumpe 11 zu ver-

1 meiden, sind ein oder mehrere Kühlkanäle 21 vorgesehen, von  
denen nur einer dargestellt ist, durch die ein Kühlmittel-  
strom gegen ein rein schematisch angedeutetes Pumpengehäuse  
22 geleitet wird. Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausfüh-  
5 rungsbeispiel dienen der bzw. die Kühlkanäle 21 zum Zuführen  
von Umgebungsluft zum Pumpengehäuse 22, das in nicht näher  
dargestellter Weise Wärmeabfuhrflächen, beispielsweise Kühl-  
rippen oder dergleichen, aufweist, an denen der durch den  
bzw. die Kühlkanäle geführten Kühlluftstrom Wärme vom Pum-  
10 pengehäuse aufnimmt und davon abführt.

Zweckmäßigerweise ist in dem oder den Kühlkanälen ein Lüfter  
23 angeordnet, der vorzugsweise von der Steuerschaltung 18  
bedarfsabhängig gesteuert werden kann. Bei mehreren Kühlka-  
15 nälen ist dabei zweckmäßig eine Lüfter so in einem ge-  
meinsamen Bereich der Kühlkanäle angeordnet, dass er den  
Kühlluftstrom in allen Kühlkanälen erzeugt.

Um über den von der Steuerschaltung 18 steuerbaren Lüfter 23  
20 den Kühlluftstrom bedarfsabhängig zu steuern, ist im oder am  
Pumpengehäuse 22 ein Temperaturfühler 24 zur Überwachung  
Temperatur der Hochdruckpumpe 11 angeordnet, dessen Aus-  
gangssignal der Steuerschaltung 18 zugeführt ist.

25 Während des normalen Betriebs des Verbrennungsmotors wird  
von der Kraftstoffförderpumpe 10 unter einem relativ niedri-  
gen Vordruck stehender Kraftstoff über die Druckleitung 15  
zur Hochdruckpumpe 11 geliefert, die über das Druckleitungs-  
system 13 die Einspritzventile 14 mit unter Hochdruck ste-  
30 hendem Kraftstoff versorgt. Dabei wird die Hochdruckpumpe 11  
durch den mittels des oder der Kühlkanäle geführten Küh-  
luftstroms gekühlt, so dass die Temperatur der Hochdruckpum-  
pe unter der kritischen Betriebstemperatur, bei der eine  
Dampfblasenbildung im Kraftstoff einsetzt, gehalten wird.

35

Steigt die Temperatur der Hochdruckpumpe 11 unter bestimmten  
Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors an, so wird zu-

1 nächst die Kühlung intensiviert, indem der Lüfter 23 von der Steuerschaltung 18 eingeschaltet oder auf eine einen höheren Kühlluftstrom bewirkende höhere Betriebsstufe umgeschaltet wird.

5

Ist jedoch keine Verstärkung der Kühlung möglich, oder steigt die Temperatur des Pumpengehäuses 22 bzw. der Hochdruckpumpe 11 trotz stärkerer Kühlung weiter an und übersteigt die kritische Betriebstemperatur, so wird von der 10 Steuerschaltung 18 eine Erhöhung des Vordrucks in der Druckleitung 15 veranlasst. Hierzu stellt die Steuerschaltung 18 eine höhere Förderleistung der Kraftstoffförderpumpe 10 ein und schaltet den Druckregler 19 so um, dass er den Vordruck in der Druckleitung 15 auf einen relativ hohen Wert begrenzt.

Wird ein Druckregler 19 verwendet, bei dem die Höhe des Begrenzungsdrucks von der Durchflussrate abhängt, so ist es möglich, durch eine entsprechende Steuerung der Förderleitung 20 der Kraftstoffförderpumpe 10 den Vordruck in der Druckleitung 15 praktisch auf jeden beliebigen Wert zwischen dem unteren, normalen Vordruck und einem maximal zulässigen oberen Vordruck einzustellen. Dies ermöglicht es, den Vordruck in der Druckleitung 15 jeweils nur so weit zu erhöhen, 25 dass die druckabhängige kritische Betriebstemperatur der Hochdruckpumpe gerade oberhalb der Temperatur der Hochdruckpumpe gehalten wird.

Figur 2 zeigt eine andere Ausgestaltung einer erfindungsge- 30 mäßen Kraftstoffzuführvorrichtung, bei der aus einem Tank 12 Kraftstoff von einer Förderpumpe 10 über eine Druckleitung 15 an eine Hochdruckpumpe 11 geliefert wird, die unter Hochdruck stehenden Kraftstoff über eine weitere Druckleitung 16 einem Druckleitungssystem 13 zuführt, an das ein oder mehrere 35 Einspritzventile 14 zum Einspritzen von Kraftstoff in die Brennkammern eines Verbrennungsmotors oder in deren Ansaugbereich angeschlossen sind. Um den Vordruck in der Drucklei-

1 tung 15 entsprechend den Betriebsbedingungen der Hochdruckpumpe 11 einstellen zu können, ist ein Druckregler 19 über eine Leitung 20 mit der Druckleitung 15 verbunden. Der Druckregler 19 umfasst ein erstes Druckbegrenzungsventil 25, 5 dessen Einlassseite über eine Ventileinrichtung 26 und die Leitung 20 mit der Druckleitung 15 verbunden ist. Das erste Druckbegrenzungsventil 25 dient zur Begrenzung des Vordrucks auf einen ersten, niedrigen Wert während des Normalbetriebs. Parallel zum ersten Druckbegrenzungsventil 25 ist ein zweites Druckbegrenzungsventil 27 geschaltet, das den Vordruck in der Druckleitung 15 auf einen zweiten, maximalen Wert, z.B. 8 bis 10 Bar, begrenzt.

Die Ventileinrichtung 26 kann im einfachsten Fall ein Absperrventil sein, so dass der Druckregler 19 so umgeschaltet werden kann, dass er den Vordruck entweder auf den Normalwert oder auf den Maximalwert begrenzt. Es ist jedoch auch möglich, dass die Ventileinrichtung 26 eine Drossleinrichtung ist, die ein Drosselventil aufweist, das so ausgebildet 20 ist, dass der Durchflusswiderstand bei zunehmendem durchströmendem Kraftstoff überproportional zunimmt, so dass der Begrenzungsdruck in Abhängigkeit von der Förderleistung der Kraftstoffförderpumpe 10 gesteuert werden kann.

Zur Kühlung der Hochdruckpumpe 11 ist ein Kühlkanal 31 vorgesehen, über den ein flüssiges Kühlmittel, z.B. Kühlwasser aus dem Motorkühlsystem oder Kältemittel aus einem Kältemittelt Kreislauf eines Klimagesystems, zur Hochdruckpumpe 11 geführt wird. Der Kühlkanal 31, in dem ein von einer Steuerschaltung 18 betätigbares Absperrventil 32 angeordnet ist, mündet in einen nicht näher dargestellten Kühlkanal im Inneren eines Pumpengehäuses 22 der Hochdruckpumpe 11. Der Auslass des im Pumpengehäuse 22 vorgesehenen Kühlkanals ist über eine Rücklaufleitung 33 mit dem Motorkühlsystem oder 35 dem Klimagesystem verbunden. Wird zur Kühlung der Hochdruckpumpe 11 ein Kühlwasserteilstrom aus dem Motorkühlsystem abgezweigt, so ist der Kühlkanal 31 zweckmäßigerweise mit dem

- 1 Vorlauf des Motorkühlsystems, also mit der Auslassseite des Motorkühlers verbunden, während die Rücklaufleitung 33 zweckmäßigerweise vor dem Motorkühler einmündet.
- 5 Um die Temperatur der Hochdruckpumpe 11 zu erfassen, ist im oder - wie dargestellt - am Pumpengehäuse 22 ein Temperaturfühler 24 angeordnet. Zur Erfassung der Kühlwassertemperatur ist ein weiterer Temperaturfühler 34 in oder am Kühlkanal 31 angebracht. Die Ausgangssignale der Temperaturfühler 24 und 10 34 sind an die Steuerschaltung 18 geführt.

Anhand von Figur 3 wird im folgenden die Arbeitsweise der in Figur 2 dargestellten Kraftstoffzuführvorrichtung während des normalen Betriebs eines Verbrennungsmotors beschrieben.

- 15 Sobald der Verbrennungsmotor gestartet ist, also sobald die Startphase beendet ist und die Hochdruckpumpe 11 die Einspritzventile 14 über das Druckleitungssystem 13 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff versorgt, wird auch die Kühlung der Hochdruckpumpe 11 aktiviert. Nach dem Start der Kühlungssteuerung wird zunächst im Schritt S11 mit Hilfe des Temperaturfühlers 34 die Temperatur  $T_{KS}$  des Kühlwasserstroms und mit Hilfe des Temperaturfühlers 24 die Temperatur  $T_{HDP}$  erfasst. Im Schritt S12 wird festgestellt, ob die Temperatur 20  $T_{KS}$  des Kühlwassers höher ist als die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 11. Da dies normalerweise nicht der Fall ist, geht die Steuerung weiter zum Schritt S13, in dem überprüft wird, ob der Kühlstrom geöffnet ist, also ob das Absperrventil 32 im Kühlkanal 31 geöffnet ist. Ist dies nicht der 25 Fall, so wird das Absperrventil 32 geöffnet. Danach wird im Schritt S14 festgestellt, ob die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 11 höher ist als eine erste kritische Betriebstemperatur  $T_{k1}$ . Ist dies nicht der Fall, so wird im Schritt S15 überprüft, ob der niedrige Vordruck in der Druckleitung 30 35 15 eingestellt ist und, falls nicht, eingestellt. Im Schritt S16 wird somit der Normalbetrieb erkannt und die Steuerung kehrt zum Schritt S11 zurück, um erneut die Temperatur  $T_{KS}$

1 des Kühlwassers und die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe zu erfassen.

Wird im Schritt S14 festgestellt, dass die Temperatur  $T_{HDP}$  5 der Hochdruckpumpe 11 höher ist als die kritische Betriebstemperatur  $T_{k1}$  so geht die Steuerung weiter zu Schritt S17 und erhöht den Vordruck in der Druckleitung 15 durch eine entsprechende Steuerung des Druckreglers 19 und/oder der Kraftstoffförderpumpe 10. Sobald der Vordruck erhöht ist, 10 wird mit der Temperaturüberwachung in Schritt S11 fortgefah- ren.

Wird unter extremen Betriebsbedingungen festgestellt, dass die Temperatur  $T_{KS}$  15 des Kühlwasserstroms höher ist als die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 11, so verzweigt die Steuerung im Schritt S12 zum Schritt S18 und sperrt den Kühlstrom mit Hilfe des Absperrventils 32 ab. Anschließend wird im Schritt S19 überprüft, ob die Temperatur  $T_{HDP}$  höher 20 ist als die kritische Betriebstemperatur  $T_{k1}$ . Ist dies nicht der Fall, so wird im Schritt S15' der niedrige Vordruck einge- gestellt und die Steuerung fährt mit der Temperaturüberwa- chung fort.

Übersteigt jedoch die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 11 25 die kritische Betriebstemperatur  $T_{k1}$ , so wird im Schritt S17' durch die Steuerschaltung 18 mit Hilfe des Druckreglers 19 und/oder der Kraftstoffförderpumpe 10 der Vordruck in der Druckleitung 15 erhöht. Anschließend wird wiederum im Schritt S11 mit der Temperaturüberwachung fortgefahren.

Ist bei der in Figur 2 dargestellten Kraftstoffzuführvorrichtung zusätzlich zu dem gezeigten Kühlmittelstrom eine Luftkühlung mit einem von der Steuerschaltung 18 steuerbaren Lüfter 23 vorgesehen, wie sie in Figur 1 dargestellt ist, so 35 wird beim Betrieb der Kraftstoffzuführvorrichtung nach einer Vordruckerhöhung im Schritt S17 oder S17' zunächst noch überprüft, ob die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 11 grö-

1 Der ist als eine zweite höhere kritische Betriebstemperatur  $T_{k2}$ . Ist dies nicht der Fall, so wird im Schritt S21 der Lüfter ausgeschaltet oder ausgeschaltet gehalten, und die Steuerung kehrt zurück zur Temperaturüberwachung in Schritt  
5 S11. Wird jedoch im Schritt S20 festgestellt, dass die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 11 höher ist als die zweite obere kritische Betriebstemperatur  $T_{k2}$ , so wird im Schritt S22 der Lüfter 23 zugeschaltet, um anschließend im Schritt S11 mit der Temperaturüberwachung fortzufahren.

10

Bei der beschriebenen Betriebsweise der erfindungsgemäßen Kraftstoffzuführvorrichtung ist die Dauer der Kühlstromabserrung, der Vordruckerhöhung und die Dauer des Lüfterbetriebs abhängig von den Temperaturbedingungen. Es ist jedoch  
15 auch möglich, mit Hilfe von entsprechenden Zeitgebern eine feste oder eine variable Zeitdauer für die Kühlstromabserrung, die Vordruckerhöhung und den Lüfterbetrieb vorzugeben. Dabei kann auch der vom Betrieb des Verbrennungsmotors abhängige Kraftstoffdurchsatz durch die Hochdruckpumpe 11, der  
20 eine zusätzliche Kühlung der Hochdruckpumpe 11 bewirkt, berücksichtigt werden.

Da die kritischen Betriebstemperaturen  $T_{k1}$  und  $T_{k2}$  nicht nur vom Außen wirkenden Vordruck, sondern vorrangig vom  
25 Dampfdruck des Kraftstoffs und insbesondere vom Dampfdruck der einzelnen Kraftstoffbestandteile und damit auch von der Kraftstoffzusammensetzung abhängen, erfolgt die Festlegung der für den Betrieb der Hochdruckpumpe 11 kritischen Betriebstemperaturen  $T_{k1}$ ,  $T_{k2}$  unter Berücksichtigung des jeweiligen aktuellen Vordrucks und unter Berücksichtigung des eingesetzten Kraftstoffs mit einer entsprechenden Sicherheitsreserve. Zur Berücksichtigung des jeweiligen Kraftstoffs bei der Festlegung der kritischen Betriebstemperaturen könnte beispielsweise über eine Betankungserkennung, für  
35 die z.B. ein Tankstandgeber ausgewertet wird, verdampfungsfreudiger Frisch-Kraftstoff erkannt und berücksichtigt werden. Ist dabei der Kraftstoffdampfdruck durch Modell oder

- 1 Messung bekannt, so ist eine genauere Anpassung der kritischen Betriebstemperaturen an den jeweiligen Siedepunkt des Kraftstoffs möglich.
- 5 Anstelle der dargestellten direkten Messung der Temperaturen  $T_{KS}$  und  $T_{HDP}$  des Kühlstroms bzw. der Hochdruckpumpe 11 können diese Temperaturen unter Verwendung geeigneter Modelle auch aus bekannten Größen, wie z.B. Motortemperatur, Ansauglufttemperatur, Fahrzeuggeschwindigkeit, Ansteuerung des Motorlüfters usw. abgeschätzt werden.

Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Kühlung der Hochdruckpumpe 11 wird deren Temperatur  $T_{HDP}$  während des größten Teils der Betriebszeit des Verbrennungsmotors unterhalb der ersten kritischen Betriebstemperatur  $T_{k1}$  gehalten. Somit ist während des größten Teils der Motorbetriebsdauer ein niedriger Vordruck ausreichend. Nur unter extremen Betriebsbedingungen muss also eine Druckumschaltung vorgenommen werden. Dadurch wird insbesondere die Belastung der mit einem Elektromotor arbeitenden Kraftstoffförderpumpe 10 erheblich reduziert, so dass deren Lebensdauer erhöht wird. Darüber hinaus wird auch die mittlere Leistungsaufnahme der Kraftstoffförderpumpe 10, also des die Kraftstoffförderpumpe 10 antreibenden Elektromotors deutlich reduziert, wodurch die Bordnetzbelastung, der Kraftstoffverbrauch und eine Tankaufheizung vermindert werden.

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Kraftstoffzuführvorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit einer Kraftstoffförderpumpe (10), die unter Vordruck stehenden Kraftstoff einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zuführt, die hochdruckseitig mit wenigstens einem Einspritzventil (14) verbunden ist, um dem oder den Einspritzventilen (14) unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuzuführen, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) ein Kühlmittelstrom über zummindest einen Kühlkanal (21, 31) zuführbar ist, um die Temperatur ( $T_{HDP}$ ) der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) unterhalb einer kritischen Betriebstemperatur ( $T_K1$ ) zu halten.
2. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zum Kühlen Luft durch den Kühlkanal (21) als Kühlmittel zuführbar ist.
3. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem zummindest einem Kühlkanal ein Lüfter (23) zugeordnet ist, um den Kühlluftstrom durch den Kühlkanal (21) zu erzeugen.
4. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Lüfter (23) in Abhängigkeit von der Temperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) und der kritischen Betriebstemperatur ( $T_K$ ) steuerbar ist.
5. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zum Kühlen eine Kühlflüssigkeit durch den Kühlkanal (31) als Kühlmittel zuführbar ist.
6. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Kühlmittel Kühlwasser aus dem Kühl-

1 stem des Verbrennungsmotors abgeleitet wird.

7. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung der Kühlmittelzufuhr ein Absperrventil (32) vorgesehen ist, das von einer Steuerschaltung (18) in Abhängigkeit von der Temperatur ( $T_{KS}$ ) des Kühlmittels und von der Temperatur ( $T_{HDP}$ ) der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) betätigbar ist.

10 8. Kraftstoffzuführvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffförderpumpe (10) eine Druckregeleinrichtung (19) zugeordnet ist, um den der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) niederdruckseitig zugeführten Kraftstoffdruck einstellen zu können.

15 9. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckregeleinrichtung einen ausgangsseitig an die Kraftstoffförderpumpe (10) angeschlossenen Druckregler (19) umfasst, der von einer Steuerschaltung 20 steuerbarer ist.

10. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckregler (19) so steuerbar ist, dass der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 25 (11) zugeführte Druck auf eine ersten oder einen zweiten Wert begrenzbar ist.

11. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckregler (19) so steuerbar ist, 30 dass der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zugeführte Druck variabel regelbar ist.

12. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckregler (19) ein erstes 35 und ein zweites Druckbegrenzungsventil (25, 27) aufweist, die parallel geschaltet sind, und eine Druckbegrenzung auf einen ersten bzw. einen zweiten Druck ermöglichen.

1 13. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein von der Steuerschaltung (18) betätigbares Absperrventil (26) mit dem Druckbegrenzungsventil (25) für den niedrigen Druck in Reihe geschaltet ist.

5

14. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine steuerbare Drossleinrichtung mit dem Druckbegrenzungsventil (25) für den niedrigen Druck in Reihe geschaltet ist.

10

15. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Drossleinrichtung ein Drosselventil aufweist, das so ausgebildet ist, dass der Druchflusswiderstand bei zunehmendem durchströmenden Kraftstoff überproportional zunimmt.

16. Kraftstoffzuführvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Kühlkanäle (21, 31) vorgesehen sind, von denen der eine (21) 20 Luft und der andere (31) Wasser als Kühlmittel der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zuführen.

25

30

35

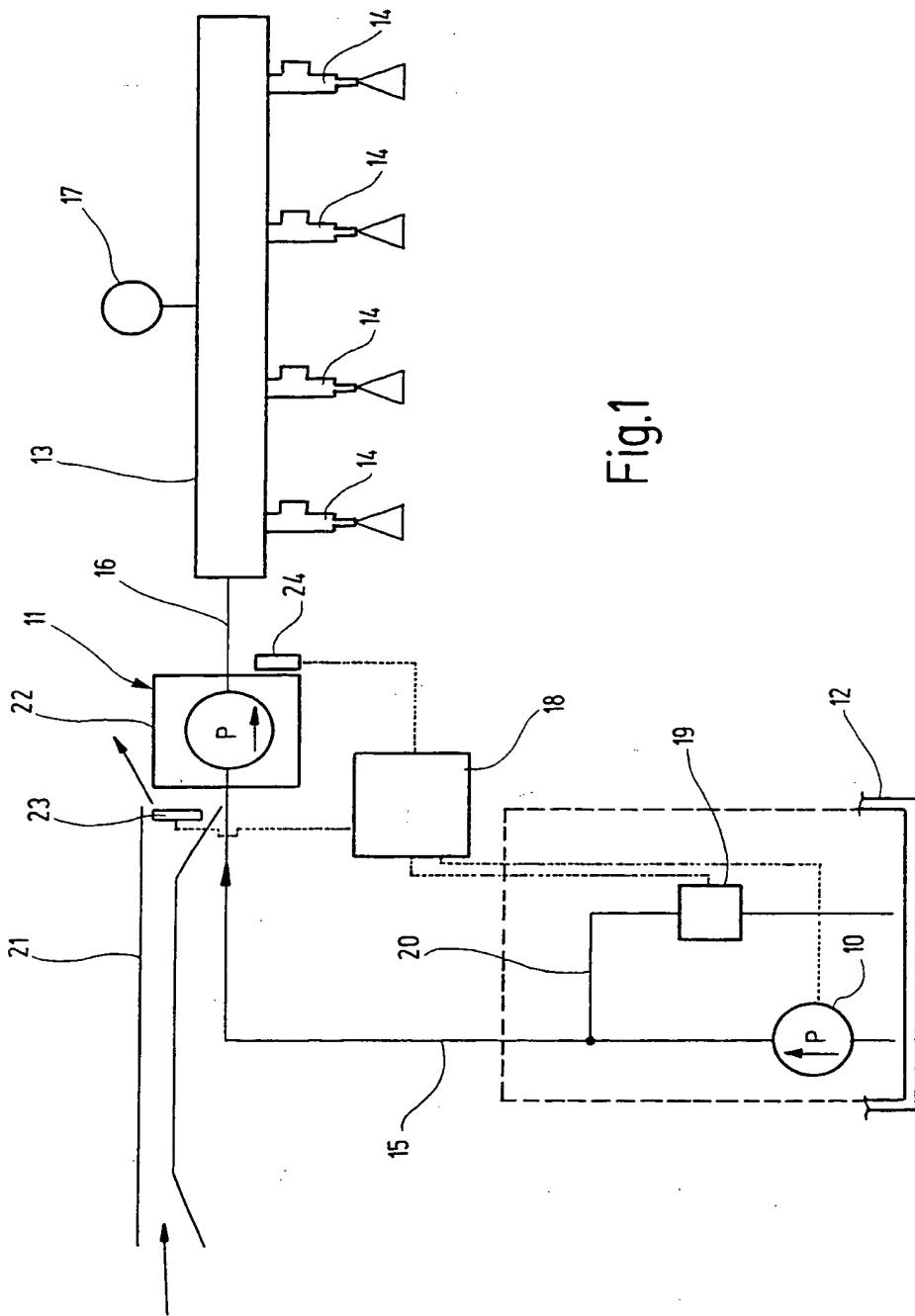
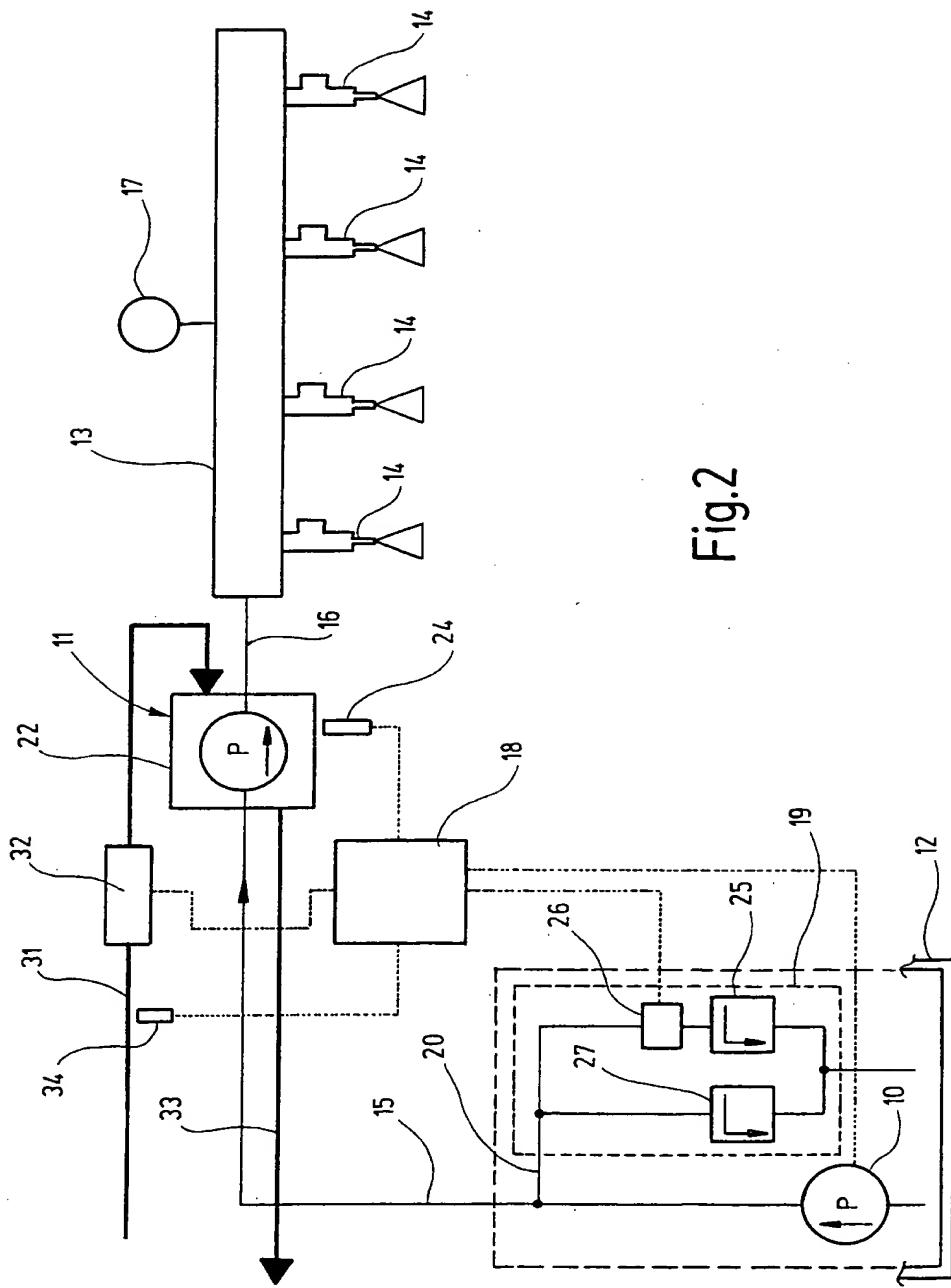


Fig.1

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

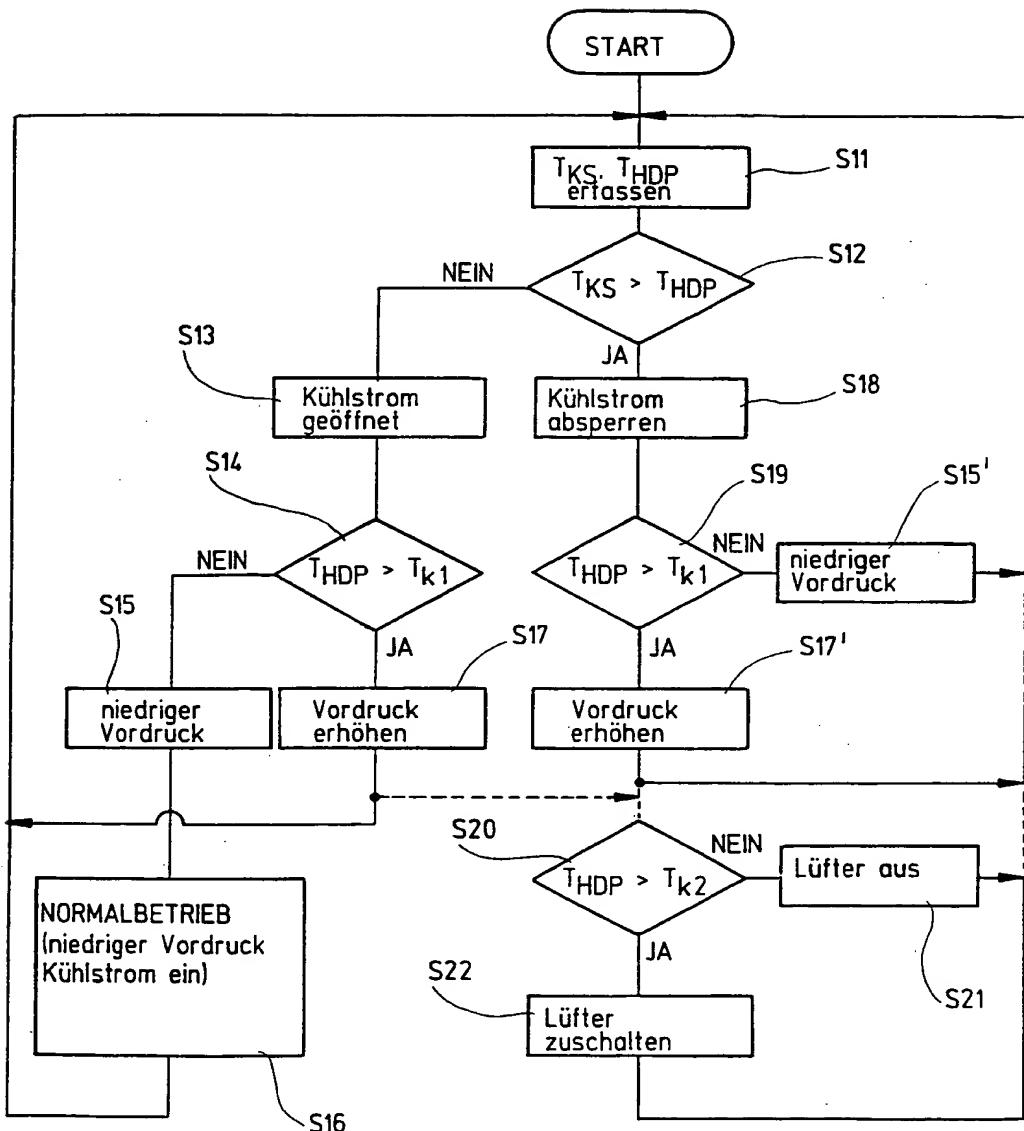


Fig.3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1890 721  
50 CO  
(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Juni 2001 (07.06.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/40638 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 53/00.  
F01P 1/06, 3/12, F02M 37/20

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04256

(22) Internationales Anmeldedatum:  
30. November 2000 (30.11.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 57 742.0 1. Dezember 1999 (01.12.1999) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20. 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): JOOS, Klaus [DE/DE];  
In der Eichhaelde 3, 74399 Walheim (DE). WOLBER,  
Jens [DE/DE]; Pappelweg 6, 70839 Gerlingen (DE).  
FRENZ, Thomas [DE/DE]; Beuthener Strasse 5, 86720  
Noerdingen (DE). BOCHUM, Hansjoerg [DE/DE];  
Sandweg 16, 70771 Leinfelden (DE). AMLER, Markus  
[DE/DE]; Engelbergstrasse 3, 71229 Leonberg-Geber-  
sheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

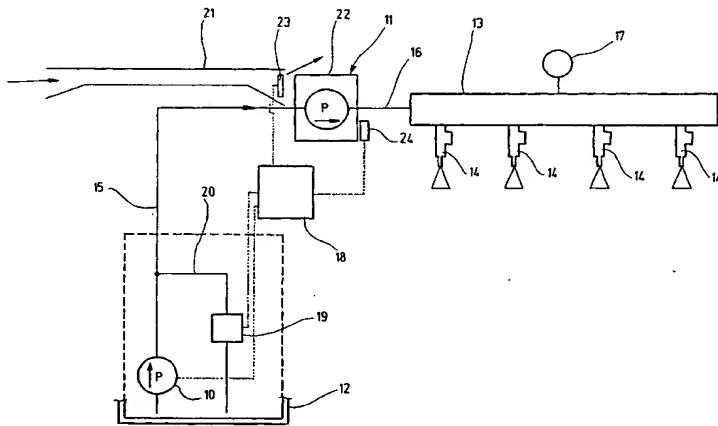
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL SUPPLY SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFZUFÜHRVORRICHTUNG FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR



WO 01/40638 A3

(57) Abstract: The invention relates to a fuel supply system for an internal combustion engine that is provided with a fuel feed pump (10) that supplies the pre-pressurized fuel to a high-pressure fuel pump (11) that is linked with at least one injection valve (14) on the high-pressure side to supply the injection valve with the pressurized fuel. The aim of the invention is to avoid the formation of steam bubbles in the high-pressure fuel pump (11) that impairs the pump capacity or the pressure generation. To this end, the high-pressure fuel pump (11) can be supplied with a coolant flow via at least one cooling channel (21) for maintaining the temperature ( $T_{HDP}$ ) of the high-pressure fuel pump (11) below a critical working temperature ( $T_{K1}$ ).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts:

17. Januar 2002

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("*Guidance Notes on Codes and Abbreviations*") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffzuführvorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit einer Kraftstoffförderpumpe (10), die unter Vordruck stehenden Kraftstoff einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zuführt, die hochdruckseitig mit wenigstens einem Einspritzventil (14) verbunden ist, um diesen unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuzuführen. Um in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) eine deren Förderleistung und Druckerzeugung beeinträchtigende Dampfblasenbildung zu vermeiden, ist erfahrungsgemäss vorgesehen, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) ein Kühlmittelstrom über zumindest einen Kühlkanal (21) zuführbar ist, um die Temperatur ( $T_{HOP}$ ) der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) unterhalb einer kritischen Betriebstemperatur ( $T_{KI}$ ) zu halten.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/04256

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 F02M53/00 F01P1/06 F01P3/12 F02M37/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D F02M F01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11 218057 A (WALBRO) 10 August 1999 (1999-08-10)	1,5,6
Y	& US 6 009 859 A (ROCHE TE AL.) 4 January 2000 (2000-01-04) column 4, line 30 - line 56; figures ---	2,3
Y	FR 2 546 971 A (SAME) 7 December 1984 (1984-12-07) abstract; figures ---	2,3
A	US 5 647 331 A (SWANSON ET AL.) 15 July 1997 (1997-07-15) abstract; figures ---	1,5,6
		-/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

7 June 2001

15/06/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kooijman, F

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/04256

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 147 (M-088), 17 September 1981 (1981-09-17) & JP 56 077514 A (ISEKI & CO LTD), 25 June 1981 (1981-06-25) abstract; figure ---	1-3
A	US 4 728 306 A (SCHNEIDER) 1 March 1988 (1988-03-01) the whole document ---	1,4-7
A	DE 198 18 421 A (BOSCH) 28 October 1999 (1999-10-28) abstract; figures -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/04256

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
JP 11218057	A	10-08-1999	US	6009859 A		04-01-2000
FR 2546971	A	07-12-1984	DE	3420303 A		03-01-1985
			ES	532937 D		16-10-1985
			ES	8601402 A		16-02-1986
			GB	2140869 A , B		05-12-1984
			US	4539945 A		10-09-1985
US 5647331	A	15-07-1997	JP	9222055 A		26-08-1997
JP 56077514	A	25-06-1981		NONE		
US 4728306	A	01-03-1988	BR	8707954 A		20-03-1990
			EP	0334895 A		04-10-1989
			WO	8805123 A		14-07-1988
DE 19818421	A	28-10-1999	FR	2777950 A		29-10-1999
			JP	11336631 A		07-12-1999

THIS PAGE BLANK (USPTO)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04256

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02M53/00 F01P1/06 F01P3/12 F02M37/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D F02M F01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Beiflacht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 11 218057 A (WALBRO) 10. August 1999 (1999-08-10)	1,5,6
Y	& US 6 009 859 A (ROCHE TE AL.) 4. Januar 2000 (2000-01-04) Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 56; Abbildungen ---	2,3
Y	FR 2 546 971 A (SAME) 7. Dezember 1984 (1984-12-07) Zusammenfassung; Abbildungen ---	2,3
A	US 5 647 331 A (SWANSON ET AL.) 15. Juli 1997 (1997-07-15) Zusammenfassung; Abbildungen ---	1,5,6
	-/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definieren, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweitlänghaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung

eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kolidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

7. Juni 2001

15/06/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kooijman, F

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04256

**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 147 (M-088), 17. September 1981 (1981-09-17) & JP 56 077514 A (ISEKI & CO LTD), 25. Juni 1981 (1981-06-25) Zusammenfassung; Abbildung ----	1-3
A	US 4 728 306 A (SCHNEIDER) 1. März 1988 (1988-03-01) das ganze Dokument ----	1, 4-7
A	DE 198 18 421 A (BOSCH) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04256

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 11218057 A	10-08-1999	US	6009859 A	04-01-2000
FR 2546971 A	07-12-1984	DE	3420303 A	03-01-1985
		ES	532937 D	16-10-1985
		ES	8601402 A	16-02-1986
		GB	2140869 A, B	05-12-1984
		US	4539945 A	10-09-1985
US 5647331 A	15-07-1997	JP	9222055 A	26-08-1997
JP 56077514 A	25-06-1981	KEINE		
US 4728306 A	01-03-1988	BR	8707954 A	20-03-1990
		EP	0334895 A	04-10-1989
		WO	8805123 A	14-07-1988
DE 19818421 A	28-10-1999	FR	2777950 A	29-10-1999
		JP	11336631 A	07-12-1999

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**